

**ISSN 2411-7609**

DOI: 10.17117/na.2016.10.03

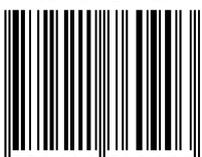
<https://ukonf.com/doc/na.2016.10.03.pdf>

# **Научный альманах**

**2016 · N 10-3(24)**

**Science Almanac**

ISSN 2411-7609



9 772411 760903



<https://ukonf.com/na>

DOI: 10.17117/na.2016.10.03

ISSN 2411-7609  
<https://ukonf.com/doc/na.2016.10.03.pdf>

**Научный альманах**

**2016 · N 10-3(24)**

*Выходит 12 раз в год*

*Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС 77-56326 от 02.12.2013 г.*

*выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)*

*Учредитель и издатель:*

*ООО «Консалтинговая компания Юком»*

*Главный редактор: Уляхин Т.М.*

*Адрес редакции: Россия, 392000, г. Тамбов, а/я 44*

*URL: <https://ukonf.com/na>*

*E-mail: [na@ukonf.com](mailto:na@ukonf.com)*

*Информация об опубликованных статьях предоставляется в РИНЦ (договор № 255-04/2015)*

**Science Almanac**

**2016 · N 10-3(24)**

*Issued 12 times a year*

*Registration Certificate of mass media EL № FS 77-56326 from 12/02/2013*

*given by Federal service of supervision in the scope of communication, information technologies and mass media (Roskomnadzor)*

*Founder and Publisher: Consulting company Ukom*

*Editor in Chief: Ulyahin T.M.*

*Address of Publisher:*

*Russia, 392000, Tambov, PO box 44*

*URL: <https://ukonf.com/na>*

*E-mail: [na@ukonf.com](mailto:na@ukonf.com)*

*The information about published articles is given to the RISQ system (contract № 255-04/2015)*

*Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. Материалы публикуются в авторской редакции. За содержание и достоверность статей ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна. Издание основано в 2013 году. 32,56 усл. печ. л. 521 с.*

*По материалам международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования», Россия, г. Тамбов, 31 октября 2016 г.*

**Редакционная коллегия**

**Аксенова Светлана Владимировна**

*Доктор медицинских наук, профессор*

*Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва  
 г. Саранск, ул. Ульянова, 26 А*

**Ахметов Марат Анварович**

*Доктор педагогических наук, профессор*

*Ульяновский государственный педагогический университет  
 им. И.Н. Ульянова*

*Ульяновск, площадь 100-летия со дня рождения В.И. Ленина, 4*

**Баширов Вадим Дипрович**

*Доктор сельскохозяйственных наук, профессор*

*Оренбургский государственный университет  
 г. Оренбург, пр. Победы, 13*

**Гасанова Узлипат Усмановна**

*Доктор филологических наук, профессор*

*Дагестанский государственный университет  
 г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 43 А*

**Гнездова Юлия Владимировна**

*Доктор экономических наук, профессор*

*Смоленский государственный университет  
 г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4*

**Гоциридзе Рауль Симонович**

*Доктор химических наук, директор*

*Батумский государственный университет им. Шота Руставели  
 Грузия, г. Батуми, ул. Гришашвили 5*

**Доника Алена Дмитриевна**

*Доктор социологических наук, профессор*

*Волгоградский государственный медицинский университет  
 г. Волгоград, пл. Павших борцов, 1*

**Editorial board**

**Aksenova Svetlana Vladimirovna**

*Candidate of Medical Sciences, Professor*

*Mordovia State University named N.P. Ogarev  
 Saransk, Ulyanov st., 26 A*

**Ahmetov Marat Anvarovich**

*Doctor of Pedagogic Sciences, Professor*

*Ulyanovsk State Pedagogical University  
 Ulyanovsk, 100th anniversary of the birth of V.I. Lenin sq., 4*

**Bashirov Vadim Diprovich**

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor*

*Orenburg State University  
 Orenburg, Pobedy ave., 13*

**Gasanova Uzlipat Usmanovna**

*Doctor of Philological Sciences, Professor*

*Dagestan State University  
 Mahachkala, M. Gadzhiev st., 43 A*

**Gnezdova Yulya Vladimirovna**

*Doctor of Economic Sciences, Professor*

*Smolensk State University  
 Smolensk, Przhevalsky st., 4*

**Gotsiridze Raul Simonovich**

*Doctor of Chemical Sciences, Director*

*Batumi State University named Shota Rustaveli  
 Georgia, Batumi, Grishashvili st., 5*

**Donika Alena Dimitrievna**

*Doctor of Sociological Sciences, Professor*

*Volgograd State Medical University  
 Volgograd, Pavshikh Bortsov sq., 1*

## Редакционная коллегия

### **Дыбина Ольга Витальевна**

Доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой  
Тольяттинский государственный университет  
г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

### **Егорова Галина Ивановна**

Доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой  
Тюменский государственный нефтегазовый университет  
(филиал)  
г. Тобольск, Зона Вузов, 9

### **Жуков Борис Михайлович**

Доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой  
Южный институт менеджмента  
г. Краснодар, ул. Ставропольская, 216

### **Зайнуллина Лилия Маратовна**

Доктор филологических наук, профессор, зав. кафедрой  
Башкирский государственный университет  
г. Уфа, ул. К. Маркса, 3/4

### **Залозная Галина Михайловна**

Доктор педагогических наук, профессор, декан  
Оренбургский государственный аграрный университет  
г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18

### **Ибраев Иршек Кажикаримович**

Доктор технических наук, профессор  
Карагандинский государственный технический университет  
Казахстан, г. Караганда, бул. Мира, 56

### **Калинина Ирина Николаевна**

Доктор биологических наук, профессор  
Сибирский государственный университет физической культуры  
и спорта  
г. Омск, ул. Масленникова, 144

### **Кесаева Рита Эльбрусевна**

Доктор социологических наук, профессор, декан  
Северо-Осетинский государственный университет  
им. К.Л. Хетагурова  
г. Владикавказ, ул. Ватутина, 46

### **Кильберг-Шахзадова Надежда Васильевна**

Доктор философских наук, профессор  
Кабардино-Балкарский государственный университет  
им. Х.М. Бербекова  
г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173

### **Кобелева Татьяна Алексеевна**

Доктор фармацевтических наук, профессор, зав. кафедрой  
Тюменский государственный медицинский университет  
г. Тюмень, ул. Одесская, 61

### **Кожин Владимир Александрович**

Доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой  
Нижегородский институт менеджмента и бизнеса  
г. Нижний Новгород, ул. Горная, 13

### **Коротков Владислав Георгиевич**

Доктор технических наук, профессор, декан  
Оренбургский государственный университет  
г. Оренбург, пр. Победы, 13

### **Лобанов Александр Павлович**

Доктор психологических наук, профессор, проректор  
Белорусский государственный педагогический университет  
им. Максима Танка  
Белоруссия, г. Минск, ул. Советская, 18

### **Марченко Марина Николаевна**

Доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой  
Кубанский государственный университет  
г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

## Editorial board

### **Dybina Olga Vitalievna**

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, head of Department  
Togliatti State University  
Togliatti, Belorusskaya st, 14

### **Egorova Galina Ivanovna**

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, head of Department  
Tyumen State Oil and Gas University (branch)  
Tobolsk, Zona Vuzov, 9

### **Zhukov Boris Mihaylovich**

Doctor of Economic Sciences, Professor, head of Department  
Southern Institute of Management  
Krasnodar, Stavropolskaya st., 216

### **Zaynullina Liliya Maratovna**

Doctor of Philological Sciences, Professor, head of Department  
Bashkir State University  
Ufa, K. Marks st., 3/4

### **Zaloznaya Galina Mihaelovna**

Doctor of Pedagogic Sciences, Professor, Dean  
Orenburg State Agrarian University  
Orenburg, Chelyuskincev st., 18

### **Ibraev Irshek Kazhikarimovich**

Doctor of Engineering Sciences, Professor  
Karaganda State Technical University  
Kazakhstan, Karaganda, Mira blvd., 56

### **Kalinina Irina Nikolaevna**

Doctor of Biological Sciences, Professor  
Siberian Academy of Physical Culture  
Omsk, Maslennikova st., 144

### **Kesaeva Rita Elbrusovna**

Doctor of Sociological Sciences, Professor, Dean  
North Ossetian State University  
Vladikavkaz, Vatutina st., 46

### **Kilberg-Shahzadova Nadejda Vasilyevna**

Doctor of Philosophical Sciences, Professor  
Kabardino-Balkarian State University  
named after H.M. Berbekov  
Nalchik, Chernyshevsky st., 173

### **Kobeleva Tatyana Alekseevna**

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, head of  
Department  
Tyumen State Medical Academy  
Tyumen, Odessa st., 54

### **Kozhin Vladimir Aleksandrovich**

Doctor of Economics Science, Professor, head of Department  
Nizhny Novgorod Institute of Management and Business  
Nizhny Novgorod, Mountain st., 13

### **Korotkov Vladislav Georgievich**

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Dean  
Orenburg State University  
Orenburg, Pobedy ave., 13

### **Lobanov Aleksandr Pavlovich**

Doctor of Psychological Sciences, Professor, Vice-Rector  
Belarusian State Pedagogical University named Maxim Tank  
Belarus, Minsk, Sovetskaya st., 18

### **Marchenko Marina Nikolaevna**

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, head of Department  
Kuban State University  
Krasnodar, Stavropolskaya st., 149

## Редакционная коллегия

### **Матиевская Наталья Васильевна**

Доктор медицинских наук  
Гродненский государственный медицинский университет  
Белоруссия, г. Гродно, ул. Горького, 80

### **Мегрелишвили Зураб Неврович**

Доктор технических наук, профессор,  
руководитель департамента  
Батумский государственный университет им. Ш. Руставели  
Грузия, Батуми, ул. Пиросмани, 12

### **Мейманов Бактыбек Каттоевич**

Доктор экономических наук, профессор  
Кыргызский экономический университет им. М. Рыскулбекова  
Кыргызстан, г. Бишкек, ул. Тоголок Молдо, 58

### **Ниценко Виталий Сергеевич**

Доктор экономических наук  
Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова  
Украина, г. Одесса, ул. Дворянская, 2

### **Новиков Юрий Олегович**

Доктор медицинских наук, профессор  
Башкирский государственный медицинский университет  
г. Уфа, ул. Ленина, 3

### **Оболенский Николай Васильевич**

Доктор технических наук, профессор, зам. директора  
Нижегородский государственный инженерно-экономический университет  
г. Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65

### **Пирожков Геннадий Петрович**

Доктор культурологии, профессор  
Тамбовский государственный технический университет  
г. Тамбов, ул. Советская, 106

### **Попова Ангелина Алексеевна**

Доктор химических наук, зав. кафедрой  
Майкопский государственный технологический университет  
г. Майкоп, ул. Первомайская, 191

### **Прохоров Владимир Тимофеевич**

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой  
Институт сферы обслуживания и предпринимательства  
(филиал) ДГТУ  
г. Шахты, ул. Шевченко, 147

### **Рябцев Александр Львович**

Доктор исторических наук, зав. кафедрой  
Черноморское Высшее военно-морское ордена Красной Звезды  
училище имени П.С. Нахимова  
г. Севастополь, ул. Павла Дыбенко, 1

### **Рябцева Елена Евгеньевна**

Доктор политических наук, профессор  
Севастопольский экономико-гуманитарный институт  
(филиал) Крымский федеральный университет  
им. В.И. Вернадского  
г. Севастополь, ул. Лизы Чайкиной, 80

### **Сазонова Виктория Владимировна**

Доктор ветеринарных наук, профессор  
Орловский государственный аграрный университет  
г. Орел, ул. Генерала Родина, 69

### **Скрипачева Ирина Александровна**

Доктор культурологии, профессор  
Тольяттинский государственный университет  
г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

### **Сопов Александр Валентинович**

Доктор исторических наук, профессор  
Майкопский государственный технологический университет  
г. Майкоп, ул. Первомайская, 191

## Editorial board

### **Matievskaya Natalya Vasilevna**

Doctor of Medical Sciences  
Grodno State Medical University  
Belarus, Grodno, Gorky st., 80

### **Megrelishvili Zurab Nevrovich**

Doctor of Technical Science, Professor, head of Department  
Batumi State University named Sh. Rustaveli  
Georgia, Batumi, Pirosmeni st., 12

### **Meymenov Baktybek Kattoevich**

Doctor of Economic Sciences, Professor  
Kyrgyz Economic University named M. Ryskulbekov  
Kyrgyzstan, Bishkek, Togolok Moldo st., 58

### **Niceneno Vitaliy Sergeevich**

Doctor of Economics Science  
Odessa I.I. Mechnikov National University  
Ukraine, Odessa, Dvoryanskaya str., 2

### **Novikov Yuriy Olegovich**

Doctor of Medical Sciences, Professor  
Bashkir State Medical University  
Ufa, Lenin st., 3

### **Obolenskiy Nikolai Vasilyevich**

Doctor of Engineering Sciences, Professor, deputy Director  
Nizhny Novgorod State University of Architecture and  
Civil Engineering  
Nizhny Novgorod, Ilinskaya st., 65

### **Pirozhkov Gennadiy Petrovich**

Doctor of Culturology, Professor  
Tambov State Technical University  
Tambov, Sovetskaya st., 106

### **Popova Angelina Alekseevna**

Doctor of Chemical Sciences, head of Department  
Maykop State Technological University  
Maykop, Pervomayskaya st., 191

### **Prokhorov Vladimir Timofeevich**

Doctor of Technical Sciences, Professor, head of Department  
Institute of the Service Sector and Entrepreneurship (branch)  
DSTU  
Shakhty, Shevchenko st., 147

### **Ryabcev Aleksandr Lvovich**

Doctor of Historical Sciences, head of Department  
Nakhimov Naval Academy (Sevastopol)  
Sevastopol, Pavla Dybenko st., 1

### **Ryabceva Elena Evgenyevna**

Doctor of Political Sciences, Professor  
Sevastopol economic-humanitarian Institute (branch)  
Crimean Federal University. V.I. Vernadsky  
Sevastopol, Lisa Chaikina st., 80

### **Sazonova Victoriya Vladimirovna**

Doctor of Veterinary Sciences, Professor  
Orel State Agrarian University  
Orel, General Rodin st., 69

### **Skripacheva Irina Aleksandrovna**

Doctor of Culturology, Professor  
Togliatti State University  
Togliatti, Belorusskaya st, 14

### **Sopov Alexander Valentinovich**

Doctor of Historical Sciences, Professor  
Maykop State Technological University  
Maykop, Pervomayskaya st., 191

## Редакционная коллегия

### **Тамбовцева Ритта Викторовна**

Доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой  
Российский государственный университет физической  
культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)  
г. Москва, Сиреневый бул., 4

### **Теренина Ирина Владимировна**

Доктор экономических наук, профессор  
Ростовский государственный строительный университет  
г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162

### **Ферару Галина Сергеевна**

Доктор экономических наук, профессор  
Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет  
г. Белгород, ул. Победы, 85

### **Хажметов Лиуан Мухажевич**

Доктор технических наук, профессор  
Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет  
им. В.М. Кокова  
г. Нальчик, пр. Ленина, 1 В

### **Халиков Абдульхак Абдульхайрович**

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой  
Ташкентский институт инженеров железнодорожного  
транспорта  
Узбекистан, г. Ташкент, ул. Адылходжаева, 1

### **Храмченко Дмитрий Сергеевич**

Доктор филологических наук  
Тульский государственный педагогический университет  
им. Л.Н. Толстого  
г. Тула, пр. Ленина, 125

### **Черкашина Татьяна Тихоновна**

Доктор педагогических наук, зав. кафедрой  
Государственный университет управления  
г. Москва, Рязанский пр., 99

### **Шекихачев Юрий Ахметханович**

Доктор технических наук, профессор, декан  
Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет  
им. В.М. Кокова  
г. Нальчик, пр. Ленина, 1 В

### **Шефер Ольга Робертовна**

Доктор педагогических наук, профессор  
Челябинский государственный педагогический университет  
г. Челябинск, пр. Ленина, 69

### **Шулаев Алексей Владимирович**

Доктор медицинских наук, профессор, проректор  
Казанский государственный медицинский университет  
г. Казань, ул. Бутлерова, 49

## Editorial board

### **Tambovtseva Ritta Viktorovna**

Doctor of Biological Sciences, Professor, head of Department  
Russian State University of Physical Education, Sport,  
Youth and Tourism (RSUPESY&T)  
Moscow, Lilac blvd., 4

### **Terenina Irina Vladimirovna**

Doctor of Economic Sciences, Professor  
State University of Civil Engineering  
Rostov-on-Don, Socialisticheskaya st., 162

### **Feraru Galina Sergeevna**

Doctor of Economic Sciences, Professor  
Belgorod National Research University  
Belgorod, Pobedy st., 85

### **Hazhmetov Liuyan Muhazhevich**

Doctor of Engineering Sciences, Professor  
Kabardino-Balkar State Agricultural University named  
after V.M. Kokov  
Nalchik, Lenina ave., 1

### **Halikov Abdulhak Abdulhairovich**

Doctor of Technical Sciences, Professor, head of Department  
Tashkent Institute of Railway Transport Engineers  
Uzbekistan, Tashkent, Adylhodzhaeva st., 1

### **Hramchenko Dmitriy Sergeevich**

Doctor of Philological Sciences  
Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University  
Tula, Lenin ave., 125

### **Cherkashina Tatyana Tihonovna**

Doctor of Pedagogical Sciences, head of Department  
State University of Management  
Moscow, Ryazanskiy ave., 99

### **Shekihachev Yuriy Ahmethanovich**

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Dean  
Kabardino-Balkar State Agricultural University named  
after V.M. Kokov  
Nalchik, Lenina ave., 1 V

### **Shefer Olga Robertovna**

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor  
Chelyabinsk State Pedagogical University  
Chelyabinsk, Lenin ave., 69

### **Shulaev Aleksey Vladimirovich**

Doctor of Medical Sciences, Professor, vice Rector  
Kazan State Medical University  
Kazan, Butlerova st., 49

## Содержание

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	19
Агарков А.М., Прохоров Д.С., Тихонов А.А. Устройство дополнительной закрутки пылегазового потока .....	19
Алюшин А.В., Алюшин С.А. Фрактальные нейронные сети на основе импульсных нейронов и мемристоров .....	22
Антонюк О.В., Дядин М.О., Прокопенко В.С. Сравнительный анализ методик расчета на устойчивость экскаватора .....	26
Астахов Л.Д., Примакова О.В., Волощенко П.Ю. Влияние схемы параллельного соединения мезаструктур на возбуждение двухэлементного лавинно-пролетного диода .....	30
Астахов Л.Д., Примакова О.В., Волощенко П.Ю. Конструкции ЛПД с развитой периферией .....	34
Атаярова Р.А. Оценка качества речи передаваемой по каналу связи .....	38
Аухадеев А.Э., Литвиненко Р.С., Бабакулыев Р.Ю., Баязитов В.О. Диалектика управления развитием транспортной системы современного города .....	43
Боженюк А.В. Оценка изоморфизма нечетких темпоральных графов на основе нечетких внутренне устойчивых множеств .....	48
Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Технические средства для борьбы с авариями на водных объектах нефтедобывающей промышленности .....	51
Бухарицин П.И., Русанов Н.В., Беззубиков Л.Г. Создание паромного комплекса – реальный путь оптимизации транспортных потоков в городе Астрахани и на территории области .....	69
Васильев А.Е. Защита конфиденциальной информации при помощи технологий DLP .....	80
Веретенникова Е.Г., Савельева Н.Г. Автоматизация градостроительной деятельности на территории муниципальных образований .....	83
Герасименко Е.М. Определение потока минимальной стоимости нечетком графе с учетом живучести .....	87
Гончаров В.Б., Хардииков И.П., Харламов Е.В. Анализ рабочего оборудования бульдозера для разработки грунта .....	91
Горлов А.И., Болотов А.Н., Горлов И.В. Виброакустический анализ как дополнение к существующей системе температурного контроля буксовых узлов ж/д вагонов .....	95
Горохова М.В. Оценка влияния технологии изготовления прямошовных и спиральношовных труб на уровень концентрации напряжений в сварном шве .....	99
Дервякина В.Ю., Ерофеев А.В. Обоснование значимых факторов критерия потери теплозащитных качеств стены .....	105

Дьяков В.Е. Окисление металлической пены на поверхности при центробежной фильтрации расплавленного олова .....	110
Дядин М.О., Антонюк О.В., Прокопенко В.С. Анализ эффективности производительности сепараторов .....	120
Дядин М.О., Шубин В. В., Антонюк О. В, Прокопенко В.С. Экспериментальные исследования аэродинамических характеристик воздушного затвора.....	123
Дядин М.О., Шубин В.В., Антонюк О.В, Прокопенко В.С. Экспериментальные исследования аэродинамических характеристик системы аспирации с принудительной рециркуляцией.....	126
Дядин М.О., Шубин В. В., Прокопенко В.С. Обзор конструкций рабочего органа роторного траншейного экскаватора.....	130
Евсеев А.Г. Автоматические системы контроля систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре .....	134
Евсеев А.Г. Обеспечение работоспособности системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре .....	137
Егиазарян Г.Р., Агаларян А.Г., Бабаян А.А. Комплекс основных проблем на канальном уровне в коммутаторах компании Cisco. Рекомендации по их устранению .....	139
Егунов В.А., Старостина А.В. Реализация преобразования отражения Хаусхолдера на параллельных вычислительных системах с общей памятью .....	146
Ермакова Е.Ю., Баженов Н.Г. Использование операторного преобразования Лапласа-Фурье при решении электротехнических задач .....	149
Ерохин В.В. Оптимальное управление мощностью псевдоспутника на основе радиовещательного автоматического зависимого наблюдения .....	153
Кадочникова Н.А. Подходы к построению отказоустойчивых кластеров .....	158
Киргизов Р.С., Бакшеев Ю.К. Обзор устройств для исследования на сдвиг грунтов при разработке их землеройными машинами .....	163
Киряков Е.И., Гросу Р.А. К вопросу об использовании ветрогенераторов для автономного энергоснабжения транспортных сооружений.....	170
Ключева Н.С. Анализ конструктивных особенностей письменного корректора .....	174
Коротков В.В., Маклачков А.Н., Шитохина О.Г. Особенности работы струйных аппаратов .....	178
Коротков С.Г., Сазонова Я.Е. Применение методики обобщения результатов расчета экологических рисков .....	183
Кочетов О.С. Расчет динамических характеристик средств защиты оператора от вибраций .....	187

Краснов В.В., Уваров В.А., Орехова Т.Н. Обзор конструкций смесителей для производства сухих многокомпонентных смесей.....	191
Левицкий И.Н., Силинский А.В., Яблокова В.С. О применении методов дистанционного зондирования земли в мониторинге ледовой обстановки (для целей морского транспорта нефтепродуктов) .....	195
Локшина Л.Я., Костандов Ю.А. Влияние внешнего и внутреннего трения на параметры предельного состояния образца трапецевидной формы из хрупкого материала при сжатии .....	198
Малышев И.Е. Альтернативное программирование .....	205
Мельникова А.С. Состояние и перспективы анализа защищенности Wi-Fi сетей .....	210
Мирошниченко И.И. Использование модулей ArcGis в учебном процессе: особенности и возможности.....	212
Назарцев М.С., Гребенчиков Е.Ф., Скрябин Е.И., Ендовицкий Р.А., Раков М.Г. Принцип действия АБС, возможные неполадки и способы их устранения .....	216
Назарцев М.С., Стрельников А.С., Никулин Ю.В., Проняев Д.Д., Ряднов К.В. Технология керамических тормозных колодок – происхождение и преимущества.....	221
Никитич В.Т., Калмыков В.В. Снижение колебаний технологической системы для уменьшения волнистости при шлифовании .....	225
Ольховский О.А. Программно-аппаратный комплекс "Стрелец-Мониторинг" .....	228
Ольховский О.А. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре – зачем она нужна? .....	230
Орехова Т.Н., Уваров В.А., Краснов В.В. Современные технические средства, применяемые для смешения сухих многокомпонентных смесей .....	232
Провоторский А.О. Роса – защищенная операционная система.....	236
Самигуллина Р.Х., Назмиев А.И., Гараева А.Р., Гусамов Б.Р. Исследование влияния эксплуатационных факторов на надежность электрических машин.....	238
Сачмук Е.В., Давыдов С.А. Электронные учебники. Будущее образования.....	243
Селина Н.Г., Кораблина С.Ю., Зайцева Д.Р., Прохоров В.Т., Михайлов А.Б., Осина Т.М., Тихонова Н.В. Поиск эффективных решений по изготовлению комфортного экипировки военнослужащим Арктики.....	248
Смирнов В.В. Влияние износа инструмента на колебания станка при трении инструмента и детали .....	270
Смирнов В.В. Модель связей параметров колебаний станка с трением режущего инструмента.....	272
Смирнов В.В. Повышение виброустойчивости станка при выстое режущего инструмента .....	275
Сорокин Е.В., Сеньков А.В., Марголин М.С. Формальный язык описания нечетких бизнес-процессов .....	278

Старостин Н.П., Аммосова О.А. Исследование влияния способов теплоизоляции на охлаждение при сварке полипропиленовых труб в раструб при низких температурах .....	285
Старостин Н.П., Васильева М.А. Сокращение продолжительности предварительного подогрева для сварки полипропиленовых труб в раструб в условиях низких температур .....	290
Степанов Е.Д. Конструкторско-технологическое обоснование оптимизации себестоимости производства гидроцилиндров.....	295
Сёмочкин А.Н., Сёмочкина О.А. Применение различных видов информационных технологий как элементов структуры процесса обучения на примере ФГБОУ ВО «БГПУ».....	300
Тихонов А.А., Прохоров Д.С., Агарков А.М. Обзор конструкций рыхлителя для разработки прочных грунтов.....	304
Тюнина Г.С., Цуканова Д.В., Федоров С.С. Работа систем дымоудаления при возникновении пожароопасных ситуаций в помещении.....	308
Уваров В.А., Орехова Т.Н., Краснов В.В. Анализ оборудования непрерывного действия для смешивания сухих многокомпонентных смесей .....	313
Уваров В.А., Орехова Т.Н., Шеремет Е.О. Исследование производства сухих многокомпонентных смесей.....	316
Уваров В.А., Орехова Т.Н., Шеремет Е.О. Перспективы развития смесителей для пневматической гомогенизации сыпучих материалов .....	320
Хардигов И.П., Гончаров В.Б., Харламов Е.В. Анализ рабочего оборудования скрепера для разработки грунта .....	323
Чернышева А.В., Филатова В.В., Пугачева И.Н. Получение композитов на основе эмульсионных каучуков с применением многофункциональных добавок.....	327
Чеховской Е.И., Тихонов А.А., Прохоров Д.С., Агарков А.М. Обзор конструкций щековой дробилки для измельчения материала.....	332
Шемякин А.В., Терентьев В.В., Морозова Н.М. Теоретическое обоснование очистки сельскохозяйственных машин с использованием энергии кавитации .....	336
Шемякин А.В., Терентьев В.В., Морозова Н.М. Установка для очистки сельскохозяйственных машин перед ремонтom .....	340
Шипеева К.В. Windows и Linux. Что безопаснее?.....	344
Шубин В.В., Дядин М.О., Прокопенко В.С. Эффективности процесса классификации инерционных аппаратов .....	347
Эдигаров В.Р., Алимбаева Б.Ш., Перков П.С. Упрочнение поверхностных слоев деталей электромеханической обработкой с дополнительной деформацией поверхностного слоя .....	351

<b>ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	<b>355</b>
Абдугаффарова К.К., Чиркунова Н.В., Приезжева А.Н., Дорогов М.В. Получение икосаэдрических и декаэдрических малых частиц серебра методом электроосаждения.....	355
Герасимов С.А. “Зеленый” фотоэлектрический эффект в жидкости.....	359
Зименков Н.А. Формула для прогиба плоской шпренгельной фермы.....	365
Ибрагимов Е.Р., Кирсанов М.Н. Формула для смещения опор двухпролетной неразрезной фермы, загруженной распределенной нагрузкой.....	368
Казьмирук И.Ю., Кирсанов М.Н. Адаптационный алгоритм выбора оптимального маршрута.....	372
Козлов В.А., Спевакова Н.Ю. Теоретические аспекты введения понятия производной показательной функции в школьном курсе математики.....	376
Крамченков Н.Е. Анализ горизонтального смещения подвижной опоры балочной фермы под действием равномерной нагрузки.....	380
Куцепалова Е.С. Изометрии гиперболической плоскости и их геометрии.....	383
Марченко Л.С., Петькина Е.Д., Колмакова А.А. Уточнение понятия объектного стиля мышления.....	386
Марченко Л.С., Петькина Е.Д., Мамаева А.А. Педагогический мониторинг.....	389
Настовьяк А.Е., Вайнер Б.Г. Физико-технические принципы построения автоматизированного мультимодального диагностического комплекса для исследования системных реакций организма человека и животных.....	391
Овеченко Д.С., Бойченко А.П. Влияние термообработки алюминиевого анода на его электрохемилюминесценцию.....	398
Петькина Е.Д., Марченко Л.С., Баран М.И. Исследование магнитокалорического эффекта и его применение.....	402
Петькина Е.Д., Марченко Л.С., Болотов А.А. Применение магнитных наночастиц в медицине.....	405
Пукса А.О., Васильева А.В., Шевченко А.А. OFDM модуляция.....	409
Пукса А.О., Васильева А.В., Шевченко А.А. Метаматериалы как новое перспективное направление в науке.....	413
Пукса А.О., Васильева А.В., Шевченко А.А. Перспективные конструкции фрактальных антенн для современных сетей беспроводной связи.....	417
Старостин Н.П., Тихонов Р.С. Тепловая диагностика трения при стендовых испытаниях подшипников скольжения.....	421

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ	425
Андреева Н.А., Леснова Я.А. Эпидемиологические особенности папилломавирусной инфекции у женщин Республики Мордовия .....	425
Байневский А.А., Ратникова Л.И., Шип С.А. Ветряная оспа – госпитализации по эпидемическим показаниям (случай из практики).....	428
Батухтин П.А., Ратникова Л.И., Шип С.А. Ветряная оспа – госпитализации по клиническим и эпидемическим показаниям (случай из практики).....	432
Батухтин П.А., Ратникова Л.И., Шип С.А. Инфекционный мононуклеоз – причина длительной лихорадки (случай из практики).....	437
Бугримов Д.Ю., Красноруцкая О.Н. Оценка клинической эффективности репарации эпителия шейки матки после петлевой конизации.....	441
Быкова Н.И., Одольский А.В., Григорян В.А. Регенераторные свойства глюкозамина гидрохлорида при лечении воспалительных заболеваний пародонта .....	445
Глазырина Т.М. Рефлексия мужчин призывного возраста с артериальной гипертензией .....	453
Каргаева О.В., Борисов А.Н. Как наши знаменитые соотечественники поддерживали умственную и физическую работоспособность, используя природные факторы.....	457
Красноруцкая О.Н., Бугримов Д.Ю. Оценка зависимости степени тяжести клинических проявлений перинатального поражения центральной нервной систем у детей первого года жизни от нативного уровня фактор роста нервов .....	462
Маркосян Н.С., Афросина Р.В., Черемисова А.Н. Клинические особенности безжелтушной формы лептоспироза в Республике Мордовия .....	466
Одольский А.В. Патоморфологические особенности тканей пародонта в эксперименте на животных .....	470
Одольский А.В. Лечение воспалительных заболеваний пародонта у больных с ортопедическими конструкциями .....	477
Патрушева М.С. Противовоспалительная эффективность медикаментозного комплекса «Асепта» при лечении хронического генерализованного пародонтита легкой степени тяжести.....	484
Петрова Т.Н., Красноруцкая О.Н. Основные направления путей решения организации фактического питания школьников в условиях непрерывного образовательного процесса.....	488
Пустарнаков М.Ю. Комплексное восстановительное лечение при «локте теннисиста» .....	491

<b>ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	<b>495</b>
Никитина Ю.Н., Колчина Г.Ю. Исследование химических свойств гетероциклических соединений, используемых в качестве биологически активных веществ .....	495
<b>БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ</b>	<b>499</b>
Бобылев Ю.П. Комплексная оценка состояния экосистем р. Самара Днепроvская .....	499
Фесикова О.В., Дёмкина И.А. Лес – зеленое достояние Черноземья .....	502
Пискунов В.В., Фирсунина О.И. Сравнительная характеристика приуроченности осиновых и березовых сообществ.....	505
Полякова О.И., Попов А.В Сквер у гостиницы «Томск-1» .....	508
Кожокина О.М. Анализ особенностей вторичных структур глюкоамилаз из различных продуцентов .....	512
Кожокина О.М. Оценка степени идентичности аминокислотных последовательностей глюкоамилаз рода <i>Aspergillus</i> .....	515
Чиняева Ю.З., Щелканова А.В., Щелканов М.А. Влияние сроков посева на продуктивность валерианы лекарственной.....	518

## Contents

Agarkov A.M., Prohorov D.S., Tihonov A.A. The device further spins dust and gas flow .....	19
Alyushin A.V., Alyushin S.A. Fractal neural nets on the basis of a pulsed neurons and memristors .....	22
Antonyuk O.V., Dyadin M.O., Prokopenko V.S. Comparative analysis of methods of calculation of the stability of the excavator .....	26
Astakhov L.D., Primakova O.V., Voloshchenko P.Yu. Influence circuit connected in parallel to the excitation of two-element mesa structures IMPATT.....	30
Astakhov L.D., Primakova O.V., Voloshchenko P.Yu. Construction IMPATT advanced peripherals.....	34
Ataiarova R.A. Evaluation of speech quality transmitted by the communication channel.....	38
Aukhadeev A.E., Litvinenko R.S., Babakulyyev R.Yu., Bayazitov V.O. The dialectic of management development of modern city transport system.....	43
Bozhenyuk A.V. Isomorphism evaluation of fuzzy temporal graphs based on fuzzy internally stable sets .....	48
Buharitsin P.I., Bezzubikov L.G. Technical facility for fight with damage on water object neftedobyvayushey industry .....	51
Buharitsin P.I., Rusanov N.V., Bezzubikov L.G. Creation ferry complex – a real way to optimization transport flow in city Astrahan and on territory of the area.....	69
Vasiliev A.E. Protection of confidential information by using DLP technology .....	80
Veretennikova E.G., Savelieva N.G. Automation of urban activities on the territory of municipal formations .....	83
Gerasimenko E.M. Minimum cost flow defining in the graph with vitality.....	87
Goncharov V.B., Khardikov I.P., Kharlamov E.V. Analysis bulldozer working equipment for excavation.....	91
Gorlov A.I., Bolotov A.N., Gorlov I.V. Vibro-acoustic analysis as addition for existing temperature control system axle-box assemblies of railway wagons.....	95
Gorokhova M.V. Assessment of influence of manufacturing techniques straight-line-seam and spiralno sutural pipes on the level of concentration of tension in a welded seam.....	99
Derevyakina V.Yu., Erofeev A.V. Justification of the important factors for the crite-rion of loss of thermal insulation properties of the wall.....	105
Dyakov V.E. Oxidation of the metal foam on the surface when the centrifugal filtration of molten tin.....	110
Dyadin M.O., Antonyuk O.V., Prokopenko V.S. Analysis of the effectiveness of the performance of the separators .....	120

Dyadin M.O., Shubin V.V., Antonyuk O.V., Prokopenko V.S. Experimental investigation of aerodynamic characteristics of an air shutter .....	123
Dyadin M.O., Shubin V.V., Antonyuk O.V., Prokopenko V.S. Experimental investigation of aerodynamic characteristics aspiration system with forced recirculation .....	126
Dyadin M.O., Shubin V.V., Prokopenko V.S. Review of designs of a working body of the rotary trench excavator .....	130
Evseev A.G. Automatic control system of warning systems and evacuation in case of fire .....	134
Evseev A.G. Providing health warning systems and evacuation in case of fire .....	137
Yeghiazaryan G.R., Aghalaryan A.G., Babayan A.A. The complex of the main problems on the data link layer in the Cisco company. Recommendations for their elimination .....	139
Egunov V.A., Starostina A.V. Implementation of Householder reflection transformations on shared memory parallel computing systems .....	146
Ermakova E.Yu., Bazhenov N.G. Using operational Laplace-Fourier transform in solving electrical problems.....	149
Erokhin V.V. Pseudolite optimal power control on the automatic dependent surveillance- broadcast basis.....	153
Kadochnikova N.A. Approaches to the construction of failover clusters .....	158
Kirgizov R.S., Baksheev Yu.K. Overview of devices for the study of the shear soil in the development of earth-moving machines.....	163
Kiriakov E.I., Grosu R.A. To a question about the use of wind turbines for independent power supply of transport facilities.....	170
Klyutseva N.S. Analysis of the design features of writing corrector.....	174
Korotkov V.V., Maklachkov A.N., Shitokhina O.G. Features of operation of jet apparatus.....	178
Korotkov S.G., Sazonova Ya.E. Application of the method of generalization environmental risk calculation results.....	183
Kochetov O.S. Calculation of dynamic characteristics of means protection of the operator against vibrations.....	187
Krasnov V.V., Uvarov V.A., Orehova T.N. Review designs mixers for the production of dry multicomponent mixtures.....	191
Levitckii I.N., Silinskii A.V., Yablokova V.S. Using of remote sensing techniques in monitoring ice conditions (for the purposes of maritime transport of petroleum products) .....	195
Lokshina L.Ya., Kostandov Yu.A. Influence of external and internal friction on limiting state parameters of trapezoidal specimen of brittle material at compression.....	198

Malyshev I.E. Alternative programming .....	205
Melnikova A.S. State and prospects of security analysis of Wi-Fi networks .....	210
Miroshnichenko I.I. The use of ArcGis in the educational process: features and capabilities .....	212
Nazarcev M.S., Grebenshchikov E.F., Scriabin E.I., Yendovitsky R.A., Rakov M.G. The principle of operation of the ABS, possible problems and ways to address them .....	216
Nazarcev M.S., Strelnikov A.S., Nikulin Yu.V., Pronyaev D.D., Ryadnov K.V. Technology ceramic brake pads – origin and advantages .....	221
Nikitich V.T., Kalmykov V.V. Reduction of the technological system to reduce vibrations during grinding waviness .....	225
Olkhovskiy O.A. Programmno-apparatnyy kompleks "Strelets-Monitoring" .....	228
Olkhovskiy O.A. Warning system and evacuation management of people during fire – why is it necessary? .....	230
Orehova T.N., Uvarov V.A., Krasnov V.V. Modern technical equipment used for the mixing of dry multicomponent mixtures .....	232
Provotorskiy A.O. Rosa – the protected operating system .....	236
Samigullina R.H., Nazmiev.A.I., Garaeva A.R., Gusamov B.R. Study of the influence of operational factors on reliability of electrical machinery .....	238
Samchuk E.V., Davydov S.A. Electronic textbooks. The future of education .....	243
Selina N.G., Korablina S.Yu., Zaitseva D.R., Prokhorov V.T., Mikhailov A.B., Osina T.M., Tikhonova N.V. The search for effective solutions for the production of comfortable equipment to servicemen of the Arctic .....	248
Smirnov V.V. Influence of tool wear on the fluctuations in friction machine tool and details .....	270
Smirnov V.V. Model communication parameters vibrations machine with friction cutting tool .....	272
Smirnov V.V. Vibration resistance increase in machine venue cutting tool .....	275
Sorokin E.V., Senkov A.V., Margolin M.S. Formal language of fuzzy business processes descriptions .....	278
Starostin N.P., Ammosova O.A. Investigation of the influence of methods of thermal insulation on cooling when welding polypropylene pipes into a socket at low temperature .....	285
Starostin N.P., Vasilyeva M.A. Reduction of duration of preheating for welding of the polypropylene pipes into the socket at low temperatures .....	290
Stepanov E.D. Design and technological substantiation of optimization of the cost of production of hydraulic cylinders .....	295

Semochkin A.N., Semochkin O.A. The application of different types of information technologies as elements of the structure of the learning process on the example of Blagoveshchensk state pedagogical university .....	300
Tihonov A.A., Prohorov D.S., Agarkov A.M. Overview ripper structures for the development of a strong soil .....	304
Tyunina G.S., Tsukanova D.V., Fedorov S.S. Working smoke removal systems at the indoor event of fire situations .....	308
Uvarov V.A., Orehova T.N., Krasnov V.V. Analysis of continuous mixing equipment dry multicomponent mixtures.....	313
Uvarov V.A., Orehova T.N., Sheremet E.O. Investigation of production of dry multicomponent mixtures.....	316
Uvarov V.A., Orehova T.N., Sheremet E.O. Prospects of development of pneumatic mixers for homogenizing of bulk materials.....	320
Khardikov I.P., Goncharov V.B., Kharlamov E.V. Analysis scraper work equipment for excavation.....	323
Chernysheva A.V., Filatova V.V., Pugacheva I.N. Preparation on the basis of emulsion rubber composites with multifunctional additives .....	327
Chekhovskoy E.I., Tihonov A.A., Prohorov D.S., Agarkov A.M. Review designs jaw crusher for crushing material .....	332
Shemyakin A.V., Terentiev V.V., Morozova N.M. Theoretical justification of the cleaning of agricultural machinery using energy of cavitation .....	336
Shemyakin, A.V., Terentiev V.V., Morozova N.M. Unit for cleaning agricultural machinery before repair .....	340
Shipeeva Ch.V. Windows and Linux. What it is safer? .....	344
Shubin V.V., Dyadin M.O., Prokopenko V.S. The effectiveness of the classification process of inertial apparatuses.....	347
Edigarov V.R., Alimbayeva B.Sh., Perkov P.S. Hardening of blankets of details electromechanical processing with additional deformation of a blanket.....	351
Abdugaffarova K.K., Chirkunova N.V., Priezzheva A.N., Dorogov M.V. Obtaining of silver icosahedral and decahedral small particles by electrodeposition.....	355
Gerasimov S.A. “Green” photoelectric effect in liquid .....	359
Zimenkov N.A. The formula for the deflection of flat truss .....	365
Ibragimova E.R., Kirsanov M.N. The formula for the displacement of the supports two-span continuous truss under distributed load.....	368
Kazmiruk I.Yu., Kirsanov M.N. Adaptive algorithm for selecting the optimal route .....	372
Kozlov V.A., Spevakov N.Yu. Theory of derivative introduction of the concept of exponential functions in school mathematics .....	376

Kramchenkov N.E. Analysis of horizontal displacement of the movable support girder, under the action of a uniform load.....	380
Kutsepalova E.S. Isometry of the hyperbolic plane and geometry.....	383
Marchenko L.S., Petkina E.D., Kolmakova A.A. Clarifying the concept of the object style of thinking .....	386
Marchenko L.S., Petkina E.D., Mamaeva A.A. Pedagogical monitoring.....	389
Nastovjak A.E., Vainer B.G. The physical and technical concepts embodied in the design of the automated multimodal diagnostic system aimed at the examination of the organismal systemic reactions in humans and animals.....	391
Ovechenko D.S., Boychenko A.P. Effect heat treatment aluminum anode on his electrochemiluminescence.....	398
Petkina E.D., Marchenko L.S., Baran M.I. Study magnetocaloric effect and its application .....	402
Petkina E.D., Marchenko L.S., Bolotov A.A. Use of magnetic nanoparticles in medicine .....	405
Puksa A.O., Vasileva A.V., Shevchenko A.A. OFDM modulation .....	409
Puksa A.O., Vasileva A.V., Shevchenko A.A. Metamaterials as a promising new direction in science .....	413
Puksa A.O., Vasileva A.V., Shevchenko A.A. Perspective design of fractal antennas for modern wireless networks .....	417
Starostin N.P., Tikhonov R.S. Thermal diagnostics of friction at tests bench of sliding bearings .....	421
Andreeva N.A., Lesnova Ya.A. Epidemiological features of human papillomavirus infection in women of the Republic of Mordovia.....	425
Bajnevskij A.A., Ratnikova L.I., Ship S.A. Chickenpox – hospitalization by epidemic indications (case study) .....	428
Batuhtin P.A., Ratnikova L.I., Ship S.A. Chickenpox – hospitalization by clinical and epidemic indications (case study).....	432
Batuhtin P.A., Ratnikova L.I., Ship S.A. Infectious mononucleosis – the cause of prolonged fever (case study) .....	437
Bugrimov D.Yu., Krasnorutckaja O.N. Clinical efficacy repair the cervical epithelium after Loop conization.....	441
Bykova N.I., Odolsky A.V., Grigoryan V.A. The regenerative properties of glucosamine hydrochloride in the treatment of inflammatory periodontal diseases.....	445
Glazyrina T.M. Reflection of draft-age men with hypertension .....	453
Kargaeva O.V., Borisov A.N. As our famous compatriots support mental and physical performance using the natural factors.....	457

Krasnorutckaja O.N., Bugrimov D.Yu. Evaluation of the degree of severity of the clinical manifestations of perinatal lesions of the central nervous system in infants from native levels of nerve growth factor .....	462
Markosyan N.S., Afrosinya R.V., Cheremisova A.N. Clinical features anicteric form of leptospirosis in the Republic of Mordovia .....	466
Odolsky A.V. Pathologic features of periodontal tissues in animal experiments .....	470
Odolsky A.V. Treatment of inflammatory periodontal diseases in patients with orthopedic designs.....	477
Patrusheva M.S. The anti-inflammatory efficacy of medical complex "Asepta" in the treatment of mild chronic generalized periodontitis .....	484
Petrova T.N., Krasnorutckaja O.N. The main directions of solutions to the actual power organization schoolboys in the conditions of continuous educational process .....	488
Pustarnakov M.Yu. Complex restorative treatment of tennis elbow .....	491
Nikitina Yu.N., Kolchina G.Yu. Investigation of the chemical properties of the heterocyclic compounds used as active substances .....	495
Bobylyov Yu.P. Integrated ecosystem assessment p. Samara Dneprovskaya.....	499
Fesikova O.V., Demkina I.A. Forest green heritage Chernozemye.....	502
Piskunov V.V., Firsunina O.I. Comparative characteristics associated with aspen and birch communities .....	505
Polyakova O.I., Popov A.V. Public garden by hotel "Tomsk-1" .....	508
Kozhokina O.M. Analysis of particularity secondary structures of glucoamylases from different producents.....	512
Kozhokina O.M. Estimation to degree of identity of amino acid consequences of glucoamylases species <i>Aspergillus</i> .....	515
Chinaeva Yu.Z., Shchelkanova A.V., Shchelkanov M.A. Effect of sowing time on productivity of <i>Valeriana officinalis</i> .....	518

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.019

Поступила (Received): 24.10.2016

**Агарков А.М., Прохоров Д.С., Тихонов А.А.  
Устройство дополнительной закрутки  
пылегазового потока**

**Agarkov A.M., Prohorov D.S., Tihonov A.A.  
The device further spins dust and gas flow**

*Развитие многих отраслей производства в сочетании с задачами рационального использования ресурсов часто оказываются тесно связанными с проблемой разделения пылесодержащих потоков*

**Ключевые слова:** циклон, устройство, патрубок, поток

*The development of many manufacturing industries in conjunction with the objectives of sustainable use of resources are often closely linked with the problem of the separation of dusty flows*

**Key words:** cyclone, device, inlet, flow

**Агарков Александр Михайлович**

Ассистент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Agarkov Alexander Mikhailovich**

Assistant

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Прохоров Даниил Сергеевич**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Prohorov Daniil Sergeevich**

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Тихонов Александр Андреевич**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Tihonov Alexander Andreevich**

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

Одними из приоритетных направлений развития отрасли техники и технологии, занимающейся удалением загрязняющих веществ из промышленных выбросов в атмосферу для защиты воздушного бассейна от загрязнений (эко-техника) является создание новых эффективных аппаратов и методов пылегазоочистки, а также модернизация существующего парка пылеулавливающих установок [1-8].

При работе циклона на выхлоп теряется вся кинетическая энергия вращающегося потока, выходящего из циклона. Коэффициент сопротивления зависит от формы циклона и в меньшей степени от его размеров и нагрузки. Повышение

концентрации пыли в потоке газов, поступающих в циклон, несколько снижает сопротивление.

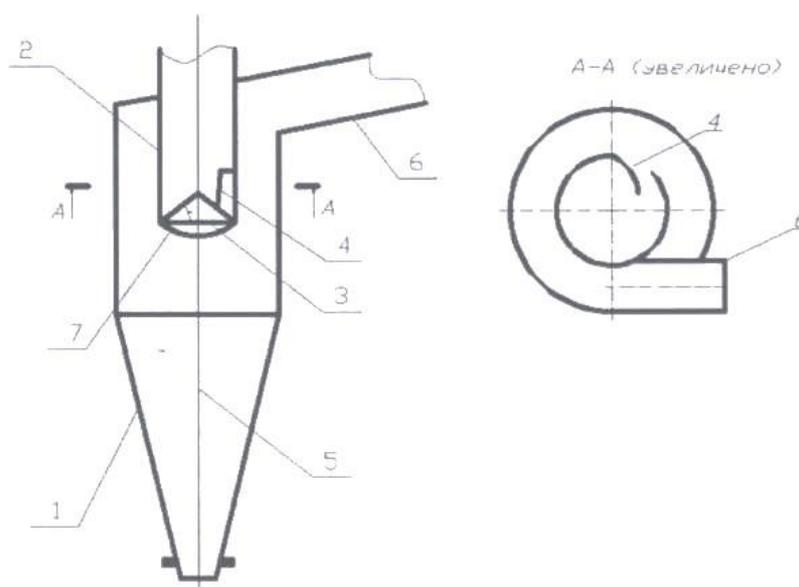
Сопротивление циклона существенно снижается при уменьшении скорости вращения потока в выхлопном патрубке. Этого можно достичь путем установки перед выхлопными патрубками или в самом выхлопном патрубке специальных устройств, снижающих крутку потока на выходе из циклона [9-11].

Анализ существующих конструкций и перспективных разработок циклонных аппаратов позволил выделить основные направления развития, а также задачи, над которыми необходимо тщательно работать.

Если рассматривать процесс улавливания пыли с точки зрения ее ресурсо- и энергосбережения, то, несомненно, это должен быть аппарат, позволяющий при определенных наименьших энергозатратах показывать высокую эффективность, тем самым сохраняя и возвращая в производство продукт передела.

Предлагаемая конструкция выходного патрубка циклона позволяет максимально использовать энергию вращающегося потока для оптимизации процесса центробежного пылеулавливания, увеличивая КПД установки. Это также позволит существенно улучшить режим работы аппаратов следующих ступеней очистки и продлить срок их службы [12-17].

На рис. 1 представлено схематическое изображение центробежного пылеуловителя с разработанным устройством дополнительной закрутки потока.



**Рис. 1. Схема циклона с направляющим устройством выходного патрубка**

Конструктивным аналогом является зарекомендовавший себя положительно центробежный пылеулавливающий аппарат созданный НИИОГаз противоточный циклон ЦН-15. Циклон имеет цилиндриконический корпус 1 выходной патрубков 2, в котором предусмотрено направляющее приспособление 3, состоящее из по меньшей мере одного направляющего щитка 4, причем ось кривизны этого щитка 4 может проходить под углом к оси 5 выходного патрубка 2, будучи смещенной относительно последней.

Поток запыленного газа закручивается, попадая в циклон через тангенциально расположенный входной патрубок 6. Пройдя вниз по длине корпуса 1, газ очищается и поток меняет свое направление на 180° в нижней точке циклона. Благодаря направляющему приспособлению 3 восходящий поток при одновременном возврате гидравлической энергии в напорную энергию направляется в выходной патрубок 2. При этом поток приобретает ускорение, направленное как в осевом направлении истекающей среды, так и в направлении оси 5 выходного патрубка 2 за счет установленного направляющего устройства 3, состоящего из п штук направляющих щитков 4.

#### Список используемых источников:

1. Sharapov R.R., Agarkov A.M. Matrix Modeling of Technological Systems Grinding with Closed Circuit Ball Mill // *World Applied Sciences Journal*. 2013. Т. 24. №10. С. 1399–1403.
2. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015. Т. 10. № 12. С. 31341–31348.
3. Агарков А.М. Двумерные уравнения динамики потока воздуха в концентраторе // *Интерстроймех-2015*. Казань, 2015. С. 7–11.
4. Агарков А.М. Направления совершенствования конструкций циклонных аппаратов // *Эпоха науки*. 2015. № 4. С. 89.
5. Агарков А.М. Прогнозирование характеристик циклонного элемента зернистого фильтра // *Научный альманах*. 2016. № 1-1 (15). С. 343–345.
6. Агарков А.М., Шарапов Р.Р. Влияние ширины камеры рабочей зоны инерционного концентратора на гидравлическое сопротивление // *Механизация строительства*. 2016. Т. 77. № 9. С. 19-21.
7. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Прокопенко В.С. Гидравлическое сопротивление концентратора // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2015. № 6. С. 160-163.
8. Габдуллин Т.Р., Зимдеханов М.М. Обоснование схемы и параметров центробежного разбрасывателя песка и реагентов // *Известия КГАСУ*. 2014. №4(30). С. 484–489.
9. Орехова Т.Н., Агарков А.М., Голубятников А.А. Направления конструктивно-технологического совершенствования пневмосмесителей для производства строительных материалов // *Научный альманах*. 2015. № 3. С. 124–127.
10. Прокопенко В.С., Шарапов Р.Р., Агарков А.М., Шарапов Р.Р. Оптимизация работы оборудования для получения тонкодисперсных порошков // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2015. №1. С. 80–83.
11. Романович А.А., Харламов Е.В. *Строительные машины и механизмы: лабораторный практикум*. Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. 145 с.
12. Рыхлитель ударного действия: пат. 2380489 Рос. Федерация. № 2008116381/03; заявл. 24.04.08; опубл. 27.01.10. 4 с.
13. Устройство для рыхления мерзлых и плотных грунтов: пат. 2135703 Рос. Федерация. № 98105591/03; заявл. 25.03.98; опубл. 27.08.99. 4 с.
14. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Степанов М.А. Методика расчета аппарата для разделения железосодержащего минерального сырья // *Механизация строительства*. 2014. № 6 (840). С. 28-32.
15. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Степанов М.А. Метод разделения железосодержащего минерального сырья // *Научное обозрение*. 2013. № 12. С. 99-101.
16. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Шаптала В.Г., Шаптала В.В. Моделирование процесса разделения в магнитно-аэродинамическом сепараторе // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2013. № 4. С. 91–95.
17. Шарапов Р.Р. Энергетические параметры работы шаровых мельниц замкнутого цикла измельчения // *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки*. 2007. № 3. С. 82-86.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.022

Поступила (Received): 03.10.2016

**Алюшин А.В., Алюшин С.А.**  
**Фрактальные нейронные сети на основе**  
**импульсных нейронов и мемристоров**

**Alyushin A.V., Alyushin S.A.**  
**Fractal neural nets on the basis of a pulsed neurons and memristors**

*Представлены результаты исследования искусственной нейронной сети, реализованной по гибридной технологии совмещения программируемых логических интегральных схем и мемристоров. Показано, что разработанные электронные структуры обладают свойствами фрактала и имеют спектр шума  $1/f^\alpha$ ,  $\alpha = 0,8 - 1,2$*   
**Ключевые слова:** нейронная сеть, мемристор, фрактал

*Research results of the artificial neural nets, realized on the basis of the superposed hybrid technology of a programmable logic integrated circuits and the memristors are presented. It is shown, that the developed electronic structures exhibit fractal properties, they have noise spectrum  $1/f^\alpha$ ,  $\alpha = 0,8 - 1,2$*   
**Key words:** neural net, memristor, fractal

**Алюшин Александр Васильевич**  
 Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ведущий инженер  
 Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
 г. Москва, Каширское шоссе, 31

**Alyushin Alexander Vasilievich**  
 Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Leading Engineer  
 National research nuclear university MEPHI  
 Moscow, Kashirskoye Shosse, 31

**Алюшин Сергей Александрович**  
 Кандидат технических наук, старший преподаватель  
 Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
 г. Москва, Каширское шоссе, 31

**Alyushin Sergey Alexandrovich**  
 Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer  
 National research nuclear university MEPHI  
 Moscow, Kashirskoye Shosse, 31

Фрактальная система обладает “памятью” о предшествующей активности и считается основой “интеллектуальности”. Фрактальные системы являются генератором розового шума со спектральной плотностью  $1/f$  [1]. Данный спектр шума присутствует во многих физиологических и поведенческих параметрах человека. Розовый шум присутствует в сердечных ритмах, в речевом сигнале, в сигналах электрической активности мозга. Исследование и разработка высоко интегрированных искусственных нейронных систем с фрактальными свойствами, расширенными функциональными и «интеллектуальными» возможностями представляется актуальной задачей.

В работе исследовалась искусственная нейронная сеть, реализованная по гибридной технологии совмещения программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) и мемристоров (см. рис. 1) [2].

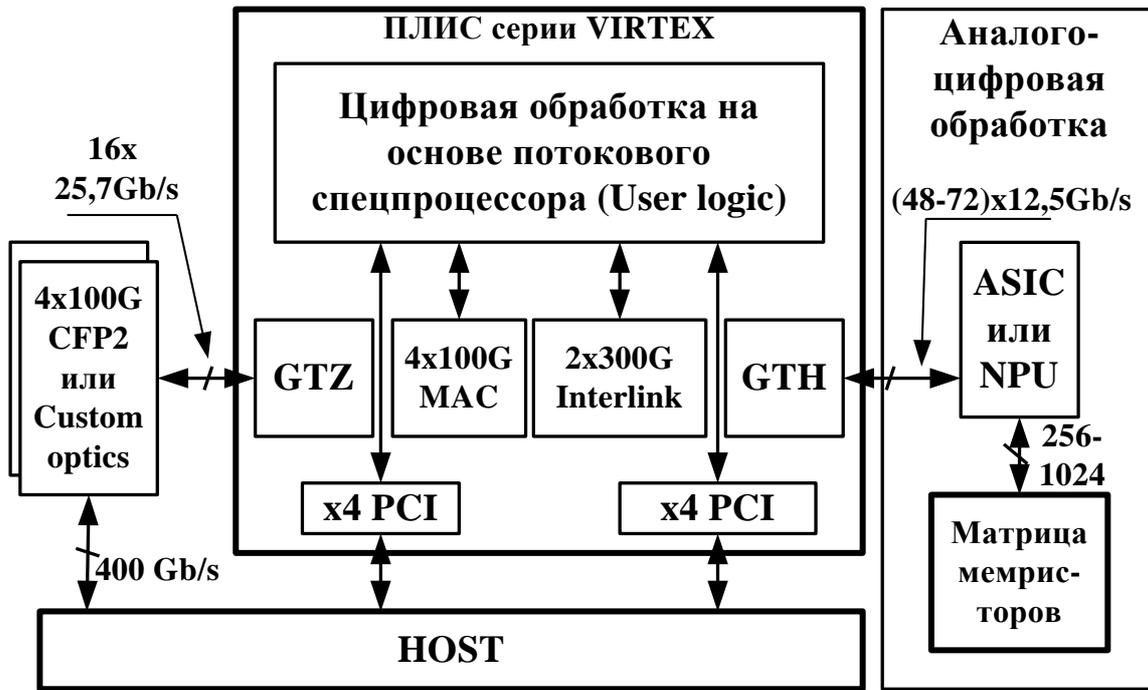


Рис. 1. Обобщенная структура гибридной сети нейронов

Цифровые импульсные нейроны [3] сети реализованы на потоковом матричном процессоре ПЛИС XILINX (специализированный пользовательский процессор). Синаптические элементы нейронов реализованы на мемристорных элементах [4]. Для сопряжения цифровой ПЛИС с аналоговой матрицей мемристоров (ММ), реализации обучения ММ используется ASIC (Application-Specific Integrated Circuit) или NPU (Network Processor Unit). Структура ASIC показана на рис. 2.

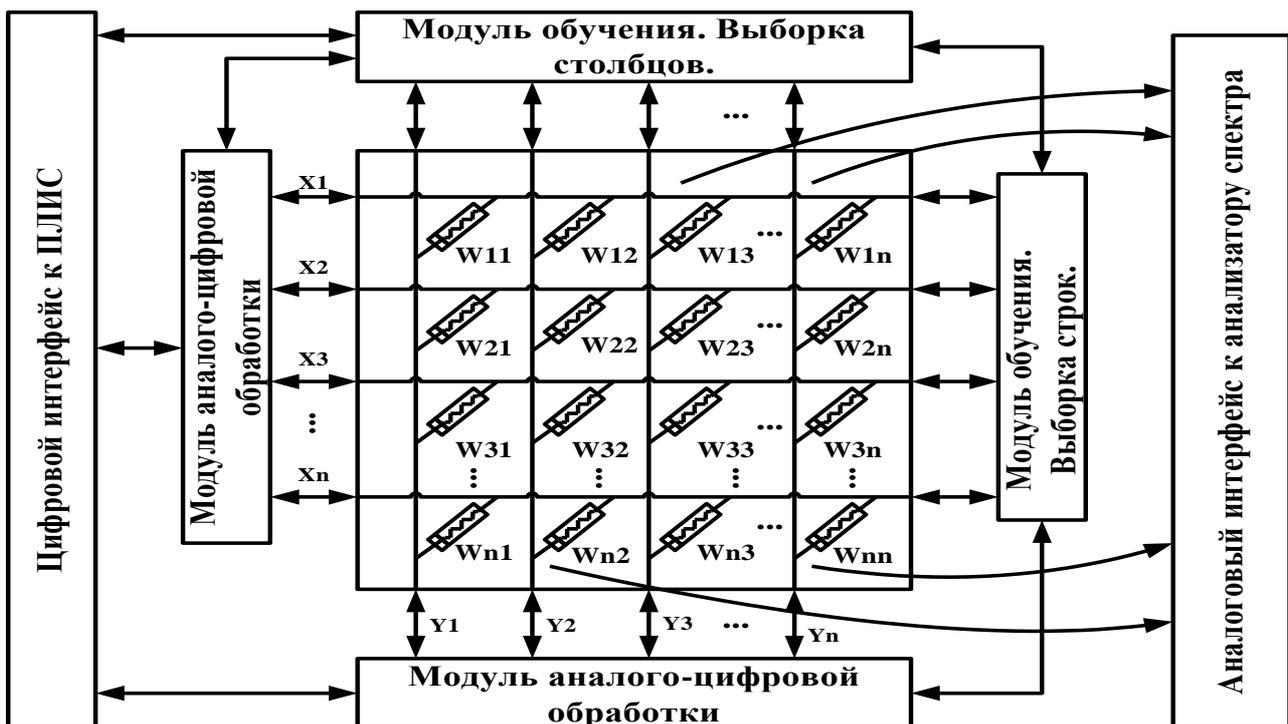


Рис. 2. Структура ASIC и ММ

Аналоговый сигнал сомы нейрона  $Y_j = \sum_{i=1}^n X_i W_{i,j}$ , где  $X_i$  – входные импульсные сигналы ММ,  $W_{i,j}$  – вес синапса,  $i, j = 1, \dots, n$ . Для анализа частотного спектра электрической активности нейронной сети использовались аналоговые сигналы ММ. Шумовые свойства нейронной сети исследовались как в состоянии покоя сети без внешнего воздействия, так и при входном воздействии.

Мгновенная и усредненная спектральные плотности электрической  $P_{MM}$  активности нейронов сети в логарифмическом масштабе показан на рис. 3. Время усреднения составляет 10 минут.

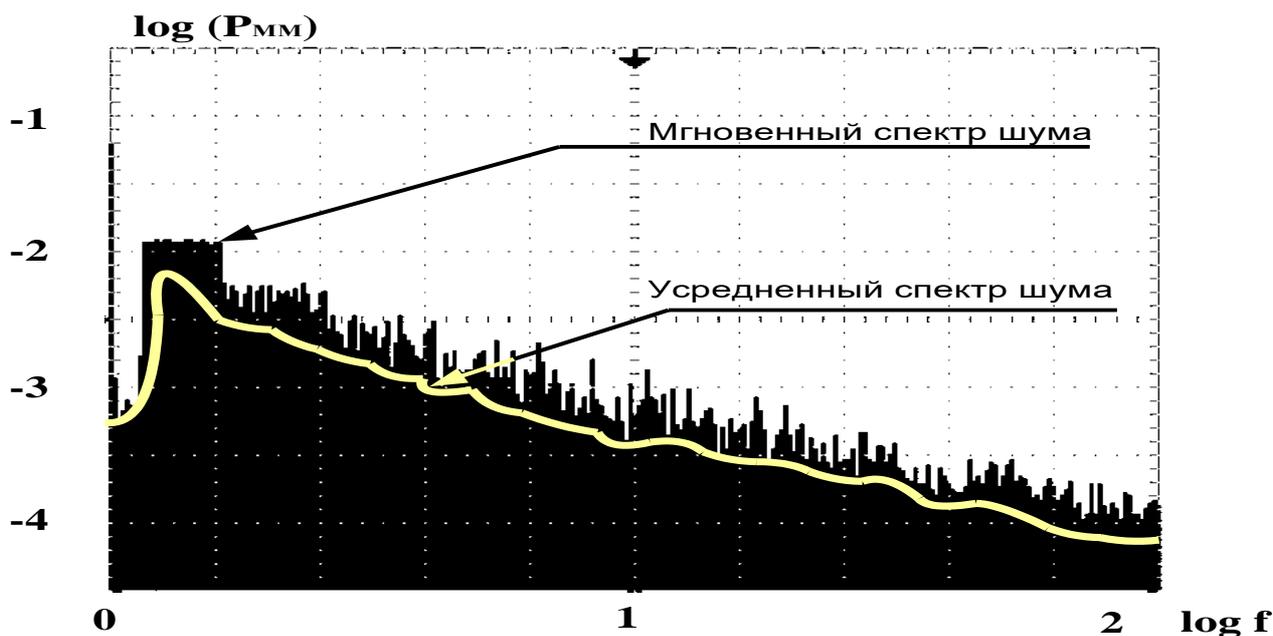


Рис. 3. Спектр шума нейронной сети

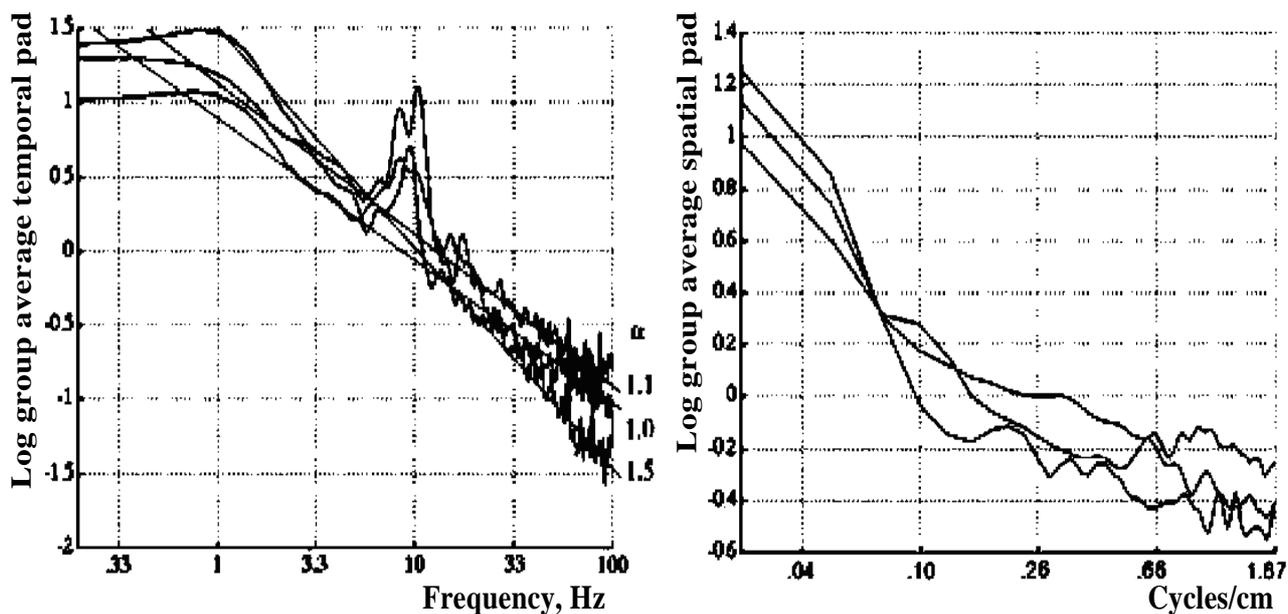


Рис. 4. Спектры электрического шума коры головного мозга человека

Анализ полученных данных показывает, что график усредненной спектральной плотности в логарифмической системе координат близок к прямой линии. Измеренный шум электрических сигналов нейронов сети близок к розовому ( $1/f^\alpha$ ). Поведение исследуемой сети нейронов может быть описано соответствующим фракталом при  $\alpha = 0,8 - 1,2$ . На рис. 4 представлены временные и пространственные спектры электрического шума коры головного мозга человека [4].

Графики с  $\alpha = 1,0 - 1,5$  соответствуют различным местам расположения матрицы датчиков на голове пациента. Сигналы шума электрической активности мозга (ЭЭГ) также соответствуют розовому шуму  $1/f^\alpha$ . Спектральный подъем в области 10 Гц соответствует альфа-ритму головного мозга человека. Отсутствие альфа-ритма, спад интенсивности шума при низких частотах ( $f \rightarrow 0$ ) в исследуемой электронной нейронной сети объясняются малым размером экспериментальной системы, выбранной структурой сети, определенной топологией активности матрицы нейронов.

Таким образом, разработанные электронные сети импульсных нейронов, в частности, с мемристорными элементами в качестве синапсов, обладают свойствами фрактала, имеют спектр шума  $1/f^\alpha$ ,  $\alpha = 0,8 - 1,2$ .

#### Список используемых источников:

1. Bak P., Tang C., Wiesenfeld K. *Self-organized criticality: an explanation of  $1/f$  noise* // *Physical Rev. Lett.* 1987. №59. P. 364-374.
2. Алюшин А.В., Алюшин С.А. *Гибридные технологии программируемых интегральных схем и мемристоров для реализации сетей импульсных нейронов* // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук.* М., 2014. С. 9-14.
3. Алюшин А.В., Алюшин М.В., Алюшин С.А. *Сеть из импульсных нейронов с задержкой на основе аналого-цифровой перепрограммируемой интегральной схемы* // *Цифровая обработка сигналов и ее применение.* М., 2003. С. 582-584.
4. Chua L.O. *Memristor – the missing circuit element* // *IEEE Trans. Circuit Theory.* 1971. CT-18. №5. P. 507-519.
5. Freeman W.J. et. al. *Spatial spectra of scalp EEG and EMG from awake humans*/ MS 02-07. URL: <http://www.sulcus.berkeley.edu>

© 2016, Алюшин А.В., Алюшин С.А.  
Фрактальные нейронные сети на основе  
импульсных нейронов и мемристоров

© 2016, Alyushin A.V., Alyushin S.A.  
*Fractal neural nets on the basis of a pulsed neurons  
and memristors*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.026

Поступила (Received): 24.10.2016

**Антонюк О.В., Дядин М.О., Прокопенко В.С.  
Сравнительный анализ методик расчета  
на устойчивость экскаватора**

**Antonyuk O.V., Dyadin M.O., Prokopenko V.S.  
Comparative analysis of methods of calculation  
of the stability of the excavator**

Прежде чем начать сравнивать методики расчета на устойчивость экскаватора необходимо разобраться с назначением данной машины.

Щековая дробилка – это землеройная машина циклического действия для разработки (копания), перемещения и погрузки грунта. По виду работ отмечают два основных типа экскаватора по направлению зуба ковша – обратная или прямая лопата

**Ключевые слова:** устойчивость, проектирование, нагрузка

**Антонюк Олег Валентинович**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Дядин Максим Олегович**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Прокопенко Владислав Станиславович**

Ассистент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

Before you start to compare methods of calculating the stability of the excavator needs to understand the purpose of the machine. Jaw crusher is digger cyclic action for development (digging), moving and loading soil. On activity there are two main types of excavator in the direction of bucket tooth – back or shovel

**Key words:** sustainability, design, load

**Antoniuk Oleg Valentinovich**

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Dyadin Maxim Olegovich**

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Prokopenko Vladislav Stanislavovich**

Assistant

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

В процессе проектирования экскаватора решается ряд важных задач для обеспечения максимальной производительности машины, которая определяется как отношение объема производимых работ ко времени. Помимо изменения конструктивных параметров (увеличение объема ковша, изменение геометрии отвала), что не всегда является возможным, на производительность

экскаватора положительно повлияет сокращение времени цикла за счет наращивания скорости и совмещения выполнения рабочих операций. Однако повышение скорости перемещения элементов машины ведет к возникновению динамических нагрузок, что может привести к потере устойчивости и опрокидыванию. Именно поэтому одной из важнейших задач при проектировании экскаватора является минимизация вероятности опрокидывания, для чего производится расчет на устойчивость. На базе данного расчета разрабатывается конструкция самой машины, рабочих органов, режимов работы гидропривода и систем управления.

Рабочее оборудование экскаватора позволяет осуществлять несколько независимых движений: поворот стрелы относительно платформы, поворот рукояти относительно стрелы, поворот ковша относительно рукояти. В более сложных схемах навески рабочего оборудования количество степеней свободы может быть более трех, возможно пространственное манипулирование рабочим органом. Упор ковша в непреодолимое препятствие может произойти при различном положении элементов рабочего оборудования. При этом, в зависимости от положения, меняются плечи значения действующих сил нагрузок. Исходя из этого, при проверке устойчивости необходимо исследовать всю область возможных положений экскаватора и рабочего оборудования.

Опасность потери устойчивости возникает в случае, когда суммарный опрокидывающий момент  $M_O$  от действия внешних сил превышает суммарный удерживающий момент  $M_U$ . Существующие методы расчета коэффициента устойчивости ( $K_U$ ) и сравнительный анализ методик оценки устойчивости экскаваторов отличаются видами влияющих на величины удерживающего и опрокидывающего моментов усилий, которые учитываются в расчетах [1-3].

Рассмотрим три наиболее применяемых методов расчета коэффициента устойчивости экскаватора: метод Ковровского экскаваторного завода (КЭЗ), метод ВНИИСтройдормаша (ВНИИСДМ) и уточненный метод Карасева-Живейнова.

Метод Ковровского экскаваторного завода учитывает только силы тяжести элементов конструкции экскаватора и грунта в ковше.

Метод ВНИИСтройдормаша предусматривает при расчете влияние центробежных сил, действующих на элементы конструкции экскаватора при повороте платформы.

В уточненной методике Карасева-Живейнова проверки условий устойчивости учитывается вся область возможных положений экскаватора и рабочего оборудования для учета опасных нагрузок, приводящих к потере устойчивости. К таким нагрузкам относятся силы тяжести, инерции, ветра, центробежные силы. Так же учитываются нагрузки, возникающие при повороте экскаватора относительно ребра опрокидывания: центробежная сила поворота экскаватора относительно ребра опрокидывания, сила инерции от ускорений при опрокидывании, силы Кориолиса от совмещения вращений платформы и экскаватора при опрокидывании, силы Кориолиса от совмещения вращений стрелы и экскаватора, а также рукояти и экскаватора при опрокидывании [3-6].

Для сравнения вышеупомянутых методик, с помощью ЭВМ были произведены расчеты коэффициента устойчивости одноковшового экскаватора с оборудованием «обратная лопата» каждым из перечисленных методов, результаты которых представлены на рис. 1.

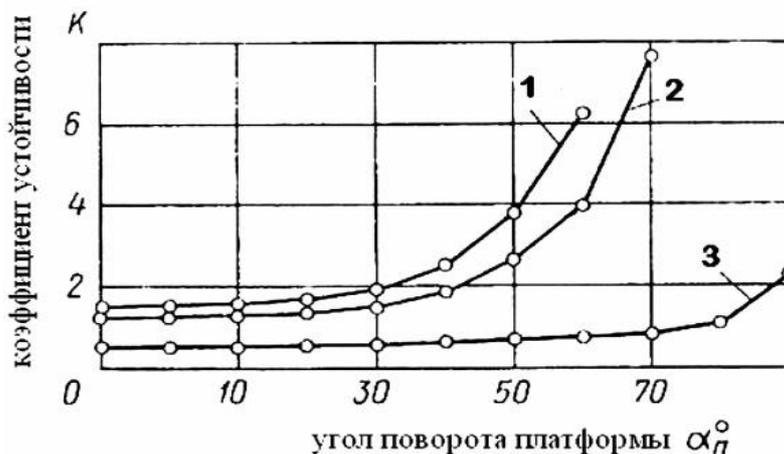


Рис. 1. Расчеты устойчивости экскаватора по разным методикам

Значения рассчитанных коэффициентов соответствуют наихудшему для устойчивости сочетанию углов наклона стрелы, рукоятки и ковша. Расчеты по методикам КЭЗ (кривая 1) и ВНИИСДМ (кривая 2) показывают, что устойчивость экскаватора обеспечивается при любых углах поворота платформы, так как  $KУ > 1$ . При этом, расчет по уточненной методике (кривая 3) показывает, что при угле поворота платформы  $\alpha_{п} < 70^\circ$  коэффициент устойчивости  $KУ < 1$ , что свидетельствует об отрыве от основания опор, не лежащих на ребре опрокидывания. Но, так как действие динамических нагрузок кратковременно, экскаватор не опрокидывается, а только приподнимается относительно опорной поверхности на небольшой угол. Наихудшим для устойчивости является положение платформы экскаватора при  $\alpha_{п} = 0 \dots 20^\circ$ , так как при этих углах наибольшее влияние на устойчивость оказывает опрокидывающий момент от сил инерции торможения стрелы. При  $\alpha_{п} = 60 \dots 80^\circ$ , наибольшее влияние на устойчивость оказывает опрокидывающий момент от сил Кориолиса при совмещении поворотов платформы и стрелы [7].

Проведя сравнительный анализ, можно сделать следующий вывод: при изменении угла наклона опорной поверхности от  $0^\circ$  до  $12^\circ$  можно пользоваться вышеупомянутыми методами расчета. При этом наиболее приближенным к реальным условиям является уточненный метод Карасева-Живейнова, так как при расчете данным методом учитывается наибольшее число факторов, влияющих на устойчивость экскаватора. Однако при неблагоприятном для устойчивости экскаватора сочетании движений и положений элементов рабочего оборудования существует возможность отрыва гусениц экскаватора от опорной поверхности, что может привести к опрокидыванию.

**Список используемых источников:**

1. Sharapov R.R., Prokopenko V.S. Modeling of the separation process in dynamic separators // *World Applied Sciences Journal*. 2013. Т. 25. № 3. С. 536-542.
2. Агарков А.М., Чеховской Е.И., Тихонов А.А. Обзор конструкций рабочего оборудования бульдозера с поворотным отвалом // *Научный альманах*. 2016. № 3-3 (17). С. 18-22.
3. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Прокопенко В.С. Гидравлическое сопротивление концентратора // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2015. № 6. С. 160-163.
4. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2016. № 3. С. 87-90.
5. Орехова Т.Н., Прокопенко В.С. Тонкодисперсные порошки для асфальтобетона // *Научный альманах*. 2016. № 1-1 (15). С. 465-467.
6. Прокопенко В.С., Шарапов Ринат Р., Агарков А.М., Шарапов Р.Р. Оптимизация работы оборудования для получения тонкодисперсных порошков // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2015. № 1. С. 80-83.
7. Прокопенко В.С., Решетов А.В. Совершенствование одноковшового экскаватора // *Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*. 2015. С. 846-849.

---

© 2016, Антонюк О.В., Дядин М.О., Прокопенко В.С.  
Сравнительный анализ методик расчета на  
устойчивость экскаватора

---

© 2016, Antonyuk O.V., Dyadin M.O., Prokopenko V.S.  
Comparative analysis of methods of calculation of the  
stability of the excavator

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.030

Поступила (Received): 02.10.2016

**Астахов Л.Д., Примакова О.В., Волощенко П.Ю.  
Влияние схемы параллельного соединения  
мезаструктур на возбуждение двухэлементного  
лавинно-пролетного диода**

**Astakhov L.D., Primakova O.V., Voloshchenko P.Yu.  
Influence circuit connected in parallel to the excitation  
of two-element mesa structures IMPATT**

*В работе рассмотрены условия малосигнального возбуждения рабочих и паразитных автоколебаний в ЛПД с двумя параллельно включенными тождественными мезаструктурами и симметричной схемой их соединения при включении диода в одноконтурный генератор*  
**Ключевые слова:** мезаструктура, эквивалентная схема ЛПД

*The paper discusses the conditions of small-signal excitation of parasitic workers and self-oscillations in IMPATT with two parallel-connected identical mesa and symmetrical scheme of their connection with the diode is turned on in the single-loop generator*

**Key words:** mesa, equivalent circuit IMPATT

**Астахов Лев Дмитриевич**

Магистр  
Института Нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета  
г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44

**Astakhov Lev Dmitrievich**

Master  
College of electronics and electronic equipment engineering Southern federal university  
Taganrog, Nekrasovsky lane, 44

**Примакова Ольга Викторовна**

Магистр  
Института Нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета  
г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44

**Primakova Olga Viktorovna**

Master  
College of electronics and electronic equipment engineering Southern federal university  
Taganrog, Nekrasovsky lane, 44

**Волощенко Пётр Юрьевич**

Кандидат технических наук, доцент  
Института Нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета  
г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44

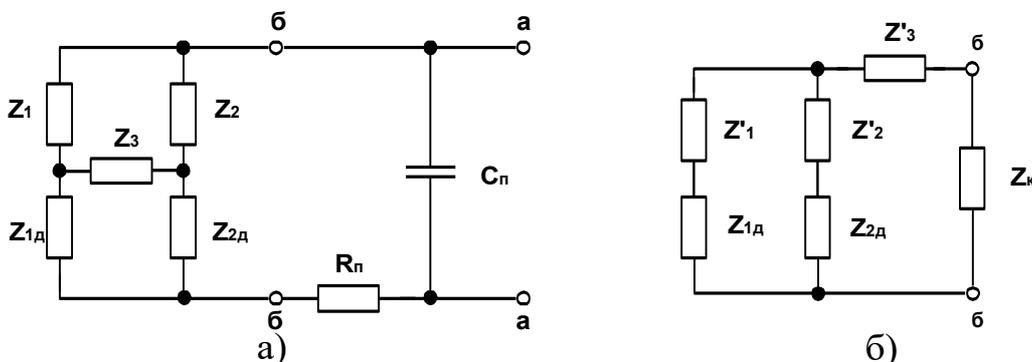
**Voloshchenko Peter Yurievich**

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor  
College of electronics and electronic equipment engineering Southern federal university  
Taganrog, Nekrasovsky lane, 44

Для увеличения отдаваемой мощности ЛПД без существенного ухудшения КПД и тепловых свойств прибора широко используют параллельное включение нескольких мезаструктур в одном диодном корпусе. При разработке таких многоэлементных ЛПД представляет интерес влияние электрической схемы соединений мезаструктур (с общим выводом и между собой) на режимы работы

отдельных структур, а, следовательно, на отдаваемую мощность и устойчивость генерации ЛПД. Анализ этих вопросов в литературе отсутствует, хотя возможность возникновения неустойчивости при параллельном включении мезаструктур обсуждалась в [1], а влияние параметров соединительных элементов на величину и характер отдаваемой мощности многоэлементного ЛПД экспериментально.

Поэтому в работе рассмотрены условия малосигнального возбуждения рабочих и паразитных автоколебаний в ЛПД с двумя параллельно включенными тождественными мезаструктурами и симметричной схемой их соединения при включении диода в одноконтурный генератор. При анализе математической модели ЛПД приняты следующие допущения: соединительные элементы характеризуются только индуктивным и омическим сопротивлением, мезаструктуры считаются тождественными. На основе полученных выражений для пусковых токов соответствующих автоколебаний сформулирован критерий устойчивости двухэлементного ЛПД относительно максимального паразитного самовозбуждения. Обсуждался также метод стабилизации диода относительно рассмотренного типа неустойчивостей, заключающийся в соединении двух мезаструктур перемычкой с малым импедансом. Результаты проведенного анализа сравнивали с экспериментальными данными по малосигнальному возбуждению двухэлементного ЛПД, помещенного в одноконтурный измерительный резонатор.



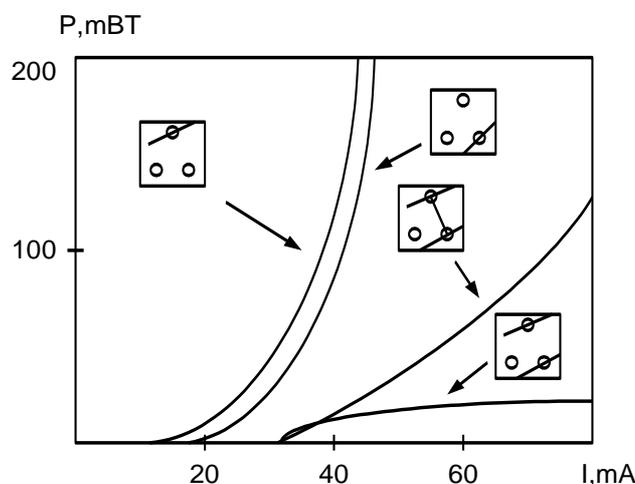
**Рис. 1 (а,б). Малосигнальные эквивалентные схемы двухэлементного ЛПД**

На рисунке 1(а,б) показаны малосигнальные эквивалентные схемы двухэлементного ЛПД с симметричным включением мезаструктур и автогенератора на таком ЛПД, полученные на основе принятых допущений и позволяющая учесть различные способы соединений структур (с перемычкой или без нее) где: для малых гармонических токов каждая из структур представляется малосигнальным импедансом  $Z_e$ ;  $Z_c$  – характеризует импедансы проволочек, соединяющих обе мезаструктуры с металлическим фланцем корпуса диода (общий вывод);  $Z_p$  – суть импеданс перемычки, соединяющей мезаструктуры между собой;  $Z_1, Z_2, Z_3$  – эквивалентные сопротивления, полученные при преобразовании “треугольника” импедансов  $Z_c, Z_p$  в “звезду”;  $Z_k$  – импеданс внешнего контура.

При проведении измерений на СВЧ использовали одноконтурный коаксиально-волноводный резонатор, аналогичный описанному в работе [2]. В ходе

экспериментов определяли токовую зависимость и спектр генерируемой мощности как для двухэлементных приборов, так и для каждой мезаструктуры в отдельности, для чего в ЛПД поочередно отключали одну из двух структур. При каждом фиксированном значении тока питания диода резонатор подстраивали с целью получения максимальной мощности генерации. На рисунке 2 приведены экспериментальные токовые зависимости генерируемой мощности ЛПД и соответствующие схемы соединений мезаструктур.

Для всех представленных кривых, за исключением нижней (включение двух мезаструктур без переключки), возбуждение и генерация ГЛПД носили обычный характер. В последнем случае спектр генерируемой мощности был близок к монохроматическому, однако частота колебаний (13,9 ГГц) на несколько ГГц превышала рабочую частоту генератора, и при фиксированном значении тока питания ЛПД практически не зависела от положения диода в коаксиальной линии, наличия  $\lambda/4$  – трансформатора и величины связи резонатора с нагрузкой. В то же время частота колебаний была весьма чувствительна к изменению тока питания ЛПД (крутизна токовой перестройки частоты составляла приблизительно 10 МГц/мА). На основании этих данных был сделан вывод, что возникающая неустойчивость связана с рассмотренным выше паразитным самовозбуждением двухэлементного ЛПД, а не обусловлена наличием паразитных резонансов в высокочастотной цепи генератора.



**Рис. 2. Экспериментальные токовые зависимости генерируемой мощности ЛПД**

Таким образом, теоретические и экспериментальные исследования характеристик ЛПД с двумя мезаструктурами, помещенными в одноконтурных СВЧ резонатор, проводились с целью выяснения возможности подавления паразитных колебаний и регулировки параметров соединительной проволоочки для подстройки частотных характеристик приборов, резонансные и нелинейные режимы работы активных элементов не рассматривались.

**Список используемых источников:**

1. Астахов Л.Д., Примакова О.В., Волощенко П.Ю. Исследование однородной электронной цепи СВЧ // *Достижения вузовской науки. Новосибирск: Центр развития научного сотрудничества. С. 124-129.*

2. Волощенко П.Ю, Волощенко Ю.П. Основы системного моделирования электрической структуры интеграции сверхбыстродействующих электронных приборов. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2014. 94 с.
3. Астахов Л.Д., Примакова О.В., Волощенко П.Ю. Резистивно-негатронная модель лавинно-пролетного диода // Научный альманах. 2015. С. 675-678.
4. Астахов Л.Д., Примакова О.В., Волощенко П.Ю. Исследование входного импеданса одномерной электронной цепи // Естественные и технические науки. М.: Спутник +. С. 24-26.

---

© 2016, Астахов Л.Д., Примакова О.В.,  
Волощенко П.Ю.

*Влияние схемы параллельного соединения  
мезаструктур на возбуждение  
двухэлементного лавинно-пролетного диода*

---

© 2016, Astakhov L.D., Primakova O.V.,  
Voloshchenko P.Yu.

*Influence circuit connected in parallel to the  
excitation of two-element mesa structures IMPATT*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.034

Поступила (Received): 02.10.2016

## Астахов Л.Д., Примакова О.В., Волощенко П.Ю. Конструкции ЛПД с развитой периферией

**Astakhov L.D., Primakova O.V., Voloshchenko P.Yu.  
Construction IMPATT advanced peripherals**

*Снижение теплового сопротивления при сегодняшнем уровне конструирования можно проводить двумя путями: применять искусственные и натуральные алмазы в качестве теплоотводов и создавать конструкции и технологии ЛПД с развитой периферией*

**Ключевые слова:** ЛПД, периферия, конструирование ЛПД

**Астахов Лев Дмитриевич**

Магистр

Института Нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета

г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44

**Примакова Ольга Викторовна**

Магистр

Института Нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета

г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44

**Волощенко Пётр Юрьевич**

Кандидат технических наук, доцент

Института Нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета

г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44

*Reducing the thermal resistance at the current level design can be done in two ways: to use artificial and natural diamond as a heat sink and create a design and technology IMPATT developed periphery*

**Key words:** IMPATT, periphery, construction of IMPATT

**Astakhov Lev Dmitrievich**

Master

College of electronics and electronic equipment engineering Southern federal university  
Taganrog, Nekrasovsky lane, 44

**Primakova Olga Viktorovna**

Master

College of electronics and electronic equipment engineering Southern federal university  
Taganrog, Nekrasovsky lane, 44

**Voloshchenko Peter Yurievich**

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

College of electronics and electronic equipment engineering Southern federal university  
Taganrog, Nekrasovsky lane, 44

Снижение теплового сопротивления при сегодняшнем уровне конструирования можно проводить двумя путями: применять искусственные и натуральные алмазы в качестве теплоотводов и создавать конструкции и технологии ЛПД с развитой периферией, при этом тепловое сопротивление за счет интенсивной отдачи тепла в боковом направлении значительно уменьшается.

Однако, до сих пор создание таких структур для диодов миллиметрового диапазона затруднялось из-за чрезвычайно малых их линейных размеров и требовало разработки соответствующей технологии. Использование оригинальных конструкторско-технологических приемов позволило реализовать 3-х, 6-и и 8-и-

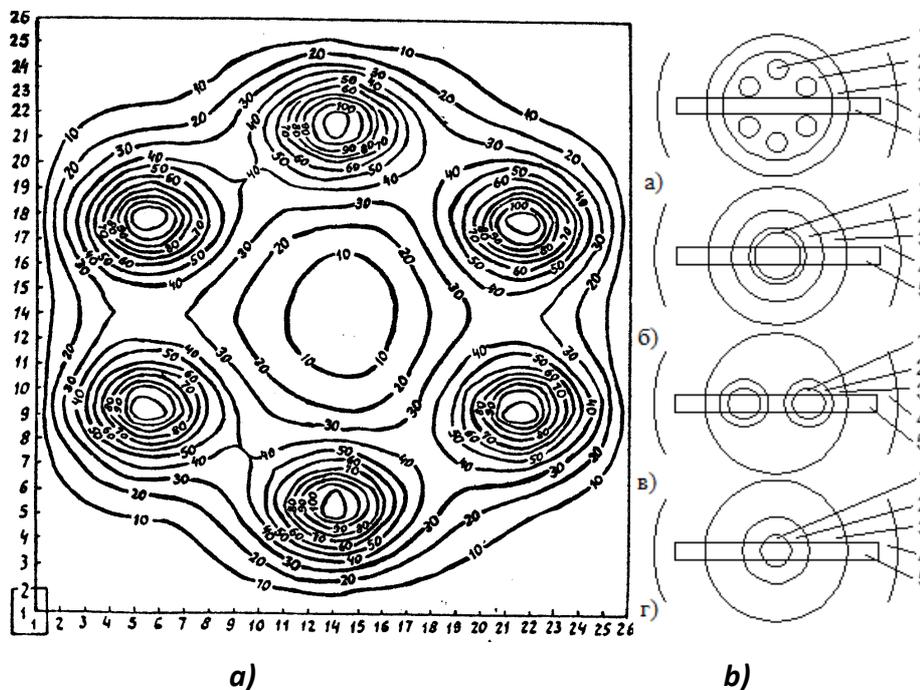
структурные и кольцевые кремниевые ЛПД 4-х и 5-мм диапазона, работающие в непрерывном режиме, тепловое сопротивление которых существенно снижается.

Технология создания таких структур должна предусматривать возможность получения и монтажа "меза" -структуры со значительно меньшими размерами чем те, которые используются в обычной технологии.

Чтобы дать представление о размерах элементов, укажем, что диаметр нижнего золотого электрода 8-структурного ЛПД 5-мм диапазона составляет около 24 мкм, диаметр "меза" - структур у основания р-п перехода около 16 мкм при средней высоте мезаструктуры около 4 мкм. Суммарная площадь р-п переходов восьми структур составляет  $1,6 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2$ ; что соответствует диаметру одно-мезовой структуры около 45 мкм.

Учитывая конструктивную новизну полученных приборов и фактическое отсутствие данных о кремниевых ЛПД мм диапазона с развитой периферией активной структуры, были проведены исследования по моделированию температурных полей, создаваемых множеством дискретных источников тепла на полубесконечном теплоотводе, и экспериментальные исследования температурных полей с помощью тепловизора.

Было построено большое число карт тепловых полей при разном числе "мезаструктур", разных конфигурациях их расположения на теплоотводе, различном расстоянии между ними и т.п. При оптимизации конструкции учитывался компромисс между уменьшением теплового сопротивления ЛПД и увеличением межэлектродной индуктивности, что могло привести к возможности паразитного самовозбуждения и выхода диода из строя.

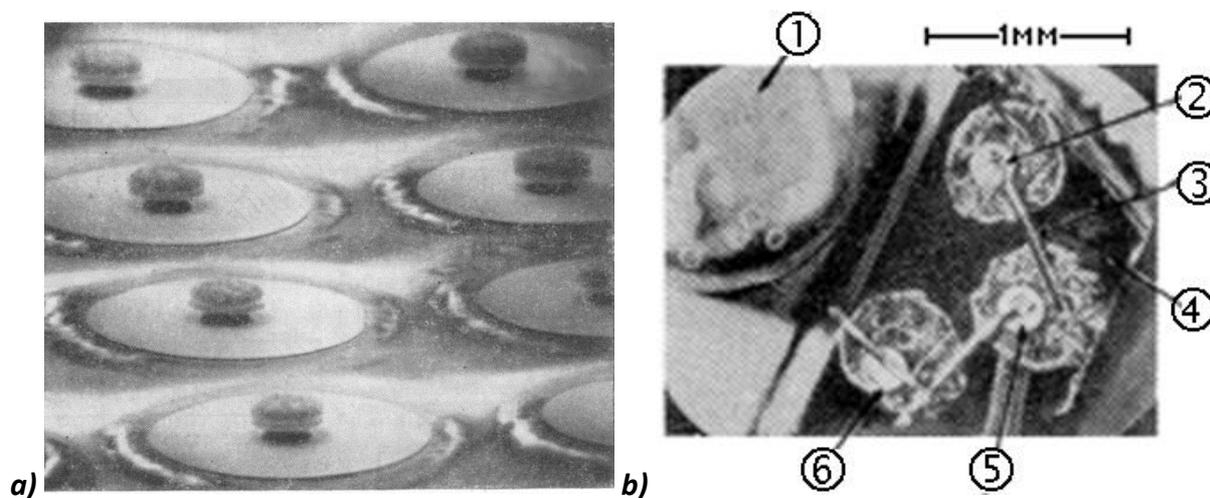


**Рис. 1. (а) – карта температурного поля оптимизированной конструкции 6-мезового ЛПД. (б) – эскизы исследованных на термовизоре Agema Infrared Systems Thermovision 880 конструкций ЛПД: а) 6-мезовая; б) кольцевая; в) двухмезовая; г) одномезовая.**

На рисунке 1(а) дана карта температурного поля оптимизированной конструкции 6-мезового ЛПД со слабо взаимодействующими тепловыми источниками. Расстояние по осям X и Y даны в мкм.

На рисунке 1(б) представлены эскизы исследованных на термовизоре Agema Infrared Systems Thermovision 880 конструкций ЛПД: а) 6-мезовая; б) кольцевая; в) двухмезовая; г) одномезовая, где 1 – активная мезоструктура; 2 – верхний электрод; 3 – поверхность теплоотвода держателя; 4 – поверхность кольцевой диэлектрической (рубиновой) втулки 0,8×0,4×0,2 мм; 5 – золотой ленточный вывод.

Одним из способов получения очень малого теплового импеданса ЛПД является создание матрицы дискретных приборов. На рисунке 2(а,б) приведены фотографии а) матрицы лавинно-пролетных диодов диаметром 125 мкм, смонтированных в базовый слой апиэзонового клея, размещенных на одном теплоотводящем основании. Аналогичным образом, можно создать один работающий прибор, который в действительности содержит, 20×20 или 400 отдельных диодов, диаметром 5 мкм; б) трех бескопусных ЛПД, соединенных последовательно и смонтированных на теплоотводе из алмаза, который в свою очередь укреплен на стержне из чистой меди, покрытой золотом (2,5,6 – диоды, 1 – керамический опорный изолятор высотой 1,5 мм, 3 – золотая проволоочка, 4 – алмаз типа II толщиной 1 мм).



**Рис. 2. а) матрицы лавинно-пролетных диодов диаметром 125 мкм  
 б) трех бескопусных ЛПД, соединенных последовательно и смонтированных на теплоотводе из алмаза**

Для создания эффективного теплоотвода монолитного генератора на ЛПД мм диапазона сотрудники фирмы Texas Instruments активную область диода разделили на отдельные мелкие секции, распределенные по поверхности размеры этой поверхности подбирались так, чтобы она не превышала  $\lambda_d/10$ , где  $\lambda_d$  – длина волны в GaAs. Диаметр отдельной мезы ЛПД равнялся 5 мкм. В целом вся активная область имела площадь  $2 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2$  и в нее входила матрица из  $2 \times 5$  мезоструктур, центры которых отстояли друг от друга на 25 мкм.

Структур, и покрытие поверхности теплоотвода слоем диэлектрика с отверстиями над диодными структурами для подсоединения межэлементных соединений, например проволочных выводов, надежно изолирует области переходов, улучшает отвод тепла от диодных структур и полностью устраняет возможность непосредственного контакта межэлементных соединений с металлической поверхностью теплоотвода и с боковыми поверхностями диодных структур. Все это в совокупности увеличивает процент выхода годных, повышает надежность работы прибора и позволяет значительно увеличить число диодных структур в одном приборе.

**Список используемых источников:**

1. Астахов Л.Д., Примакова О.В., Волощенко П.Ю. Исследование однородной электронной цепи СВЧ // Достижения вузовской науки. Новосибирск: Центр развития научного сотрудничества. С. 124-129.
2. Волощенко П.Ю., Волощенко Ю.П. Основы системного моделирования электрической структуры интеграции сверхбыстродействующих электронных приборов. Ростов-на-Дону. Изд-во ЮФУ, 2014. 94 с.
3. Астахов Л.Д., Примакова О.В., Волощенко П.Ю. Резистивно – негatronная модель лавинно – пролетного диода // Научный альманах. 2015. С. 675-678.

© 2016, Астахов Л.Д., Примакова О.В.,  
Волощенко П.Ю.  
Конструкции ЛПД с развитой периферией

© 2016, Astakhov L.D., Primakova O.V.,  
Voloshchenko P.Yu.  
Construction IMPATT advanced peripherals

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.038

Поступила (Received): 17.10.2016

**Атаярова Р.А.**  
**Оценка качества речи**  
**передаваемой по каналу связи**

**Ataiarova R.A.**  
**Evaluation of speech quality transmitted**  
**by the communication channel**

В статье рассматриваются некоторые свойства речевых сигналов и особенностей их восприятия человеком, объективные и субъективные способы оценки качества этих сигналов. Используя программную модель системы стандарта GSM900/1800, будут оценены качество передаваемой речи при помощи автоматической процедуры оценки качества речи PESQ

**Ключевые слова:** помехи, СПС, воспринятая оценка качества речи

This article discusses some of the properties of speech signals and the characteristics of their human perception, objective and subjective methods for evaluating the quality of these signals. Using the programming model system GSM900/1800 standard, the quality of speech will be evaluated by an automatic speech quality assessment procedures PESQ

**Key words:** interference, GSM, perceptual evaluation of speech quality

**Атаярова Роза Акжигитовна**

Студент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана  
г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5

**Ataiarova Roza Akzhigitovna**

Student

Moscow state technical university N.E. Bauman  
Moscow, Baumanskaya 2-ya st., 5

Научный руководитель:  
к.т.н, доц. Дядюнов А.Н.

В большинстве исследований помехозащищенности радиосвязи обычно за критерий помехозащищенности принимается величина отношения интегральных значений сигнала и помехи на выходе приемного устройства либо значение вероятности ошибки в канале на символ (для цифровых каналов связи). Такая величина может служить достаточным критерием для высококачественных трактов вещания или для трактов, в которых конечным приемником являются тот или иной прибор, реагирующий на разность интегральных значений сигнала и помехи. Для телефонных трактов такая оценка не может являться достаточной. Особенно существенно это в тех случаях, когда требуются определение «пороговых» соотношений сигнал/помеха, необходимых для достаточно точного определения реальной дальности действия и т.п., которые являются важными характеристиками системы сотовой связи. При решении подобных вопросов особенно ощущается недостаточность исследования

помехозащищенности канала связи, объяснимая тем, что затруднительно определить связь между величиной отношения сигнал/помеха и разборчивостью речи, тем более, что в качестве сигнала обычно применяется кодированный сигнал, значительно отличающийся от речевых сигналов.

В настоящее время для потребителя голосовой услуги основным критерием оценки качества телефонного тракта служит величина разборчивости речи. Разборчивость речи не является единственным критерием оценки качества телефонной связи, но для большинства случаев считается достаточным.

Важнейшей задачей данной статьи является определение зависимости разборчивости речи (артикуляции) согласно ГОСТ Р50840-95. Так как проведение подобных измерений в реальной сети громоздко и неудобно, то для исследования применялась программная модель речевого канала системы сотовой телефонной связи стандарта GSM-900/1800 [1]. Эта модель позволяет воспроизводить условия работы речевого канала системы сотовой телефонной связи стандарта GSM-900/1800 при различных ошибках в канале связи. Также, модель позволяет включать/отключать используемые в стандарте GSM-900/1800 процедуры кодирования и перемежения, что позволило определить не только помехозащищенность телефонного канала в целом, но и помехоустойчивость каждой процедуры кодирования и перемежения.

### **Методы оценки качества речи**

Методы оценки качества системы передачи звукового сигнала в основном определяются назначением этой системы (речь, музыка и т.п.). Общей чертой для этих систем является то, что все они в конечном итоге приходят к системе слухового восприятия человека. При передаче по каналам связи речь рассматривается как случайный процесс, характеристики которого определяют параметры передаваемого сигнала (динамический диапазон, полосу, отношение сигнал/шум). Все эти параметры поддаются измерению и могут быть точно определены. Однако, учитывая, что с другой стороны речевой сигнал воспринимается человеком, следует отметить, что с точки зрения человека речевой сигнал оценивается субъективно, подчиняясь законам психофизиологии слуха. Таким образом мы получаем следующую картину: качество речевого сигнала объективно оценивается рядом показателей, которые никогда не смогут полноценно заменить систему восприятия звука человеком. Не учитывая нюансы непосредственно передачи речевого сигнала, можно сказать, что объективная оценка качества речи должна коррелировать с субъективной оценкой.

Качество кодека может оцениваться двумя критериями:

1. Сохранение объективного качества

Определение искажений с помощью аппаратных средств.

2. Сохранение субъективного качества

Определение заметности искажений путём субъективно-статистических испытаний.

### **Оценка PESQ**

Метод объективной оценки качества PESQ (Perceptual Evaluation of Speech – воспринятая оценка качества речи), был разработан МСЭ-Т как рекомендация Р.862 после тестирования нескольких различных объективных методов оценки качества был принят в 2001 году как стандарт измерения качества речи.

Данный алгоритм представляет собой объективную методику определения качества речевой связи в телефонных системах, которая прогнозирует результаты субъективной оценки качества этого вида связи слушателями-экспертами. Для определения качества передачи речи в PESQ предусмотрено сравнение входного, или эталонного, сигнала с его искаженной версией на выходе системы связи. Этот процесс схематично показан на рисунке:

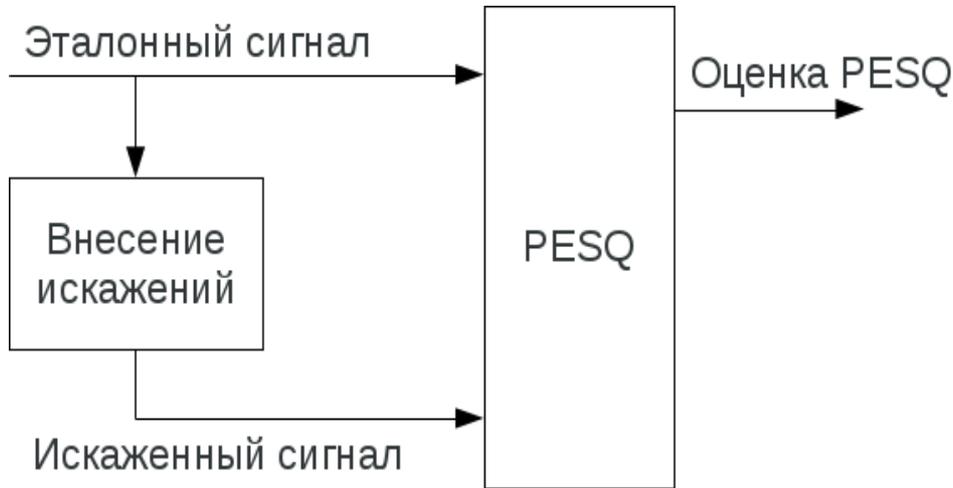


Рис. 1. Оценка PESQ

Результатом сравнения входного и выходного сигналов является оценка качества связи, которая аналогична усредненной субъективной оценке MOS (Mean Opinion Score), определяемой группой слушателей-экспертов согласно спецификации МСЭ-Т Р.800. Оценки PESQ калибруются с использованием огромной базы данных оценок MOS [2].

В алгоритме PESQ учитываются следующие причины ухудшения качества сигнала: искажение его при кодировании, ошибки при передаче, потеря пакетов, время задержки передачи пакетов и флуктуация этого времени, фильтрация сигнала в аналоговых сетевых компонентах.

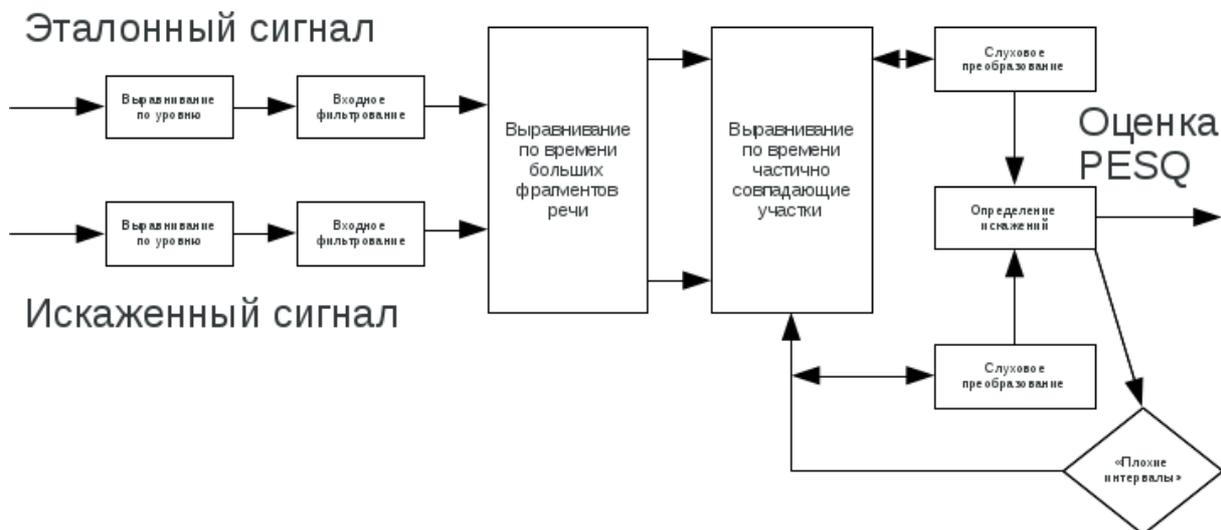


Рис. 2. Процесс обработки сигналов в PESQ

### 1. Выравнивание по уровню

Для корректного сравнения входного и выходного речевых сигналов их уровень мощности нужно выравнивать. Это необходимо, поскольку входной сигнал не может быть какого-либо определенного уровня, и коэффициент усиления тестируемой системы неизвестен до проведения испытаний. В PESQ принято, что уровень прослушиваемого сигнала постоянен и равен 79 дБ звукового давления в точке ERP (Ear Reference Point) [МСЭ-Т Р.830, раздел 8.1.2]. Для доведения до указанного уровня усиливаются оба сигнала – входной и выходной [3].

### 2. Входное фильтрование

Аналоговые соединения часто в той или иной степени фильтруют передаваемые по ним сигналы. Например, передающая часть телефонной трубки обычно фильтрует речевой сигнал, имея амплитудно-частотную характеристику (АЧХ), которая похожа на стандартную АЧХ Modified IRS (Intermediate Reference System) send [МСЭ-Т Р.830]. Как правило, это допустимо, поскольку такого рода обработка сигнала оказывает меньшее влияние на качество связи, чем искажения сигнала, возникающие при его кодировании.

### 3. Выравнивание по времени

В системе связи может иметь место переменная задержка передачи сигналов. Чтобы корректно сравнивать входной и выходной сигналы, они должны быть выравнены относительно друг друга по времени. В PESQ моделируется прослушивание сигнала, а информации о времени задержки последнего в сети в нем нет. Для идентификации речевых частей сигнала и отбрасывания шума в PESQ выявляется голос.

### 4. Слуховое преобразование

Сравнению входного и выходного сигналов предшествует их слуховое преобразование, которое имитирует определенные особенности человеческого слуха.

Алгоритм PESQ оценивает качество речи по стандартизированной в телекоммуникационной отрасли пятибалльной шкале – от 1 до 5 [МСЭ-Т Р.800]. Однако оценка PESQ не превышает 4.5, поскольку обычно это максимальный показатель, получаемый путем субъективного тестирования MOS. Оценка PESQ характеризует восприятие пользователями качества связи. Высшая оценка, равная 4,5, означает, что алгоритм не выявил никаких искажений.

Произведем эксперимент для определения зависимости между значением PESQ и значением вероятности ошибки в канале.

Тестовые данные:

бал	вор	бур	док	ром
-----	-----	-----	-----	-----

Создаем звуковые файлы формата \*.wav для каждого слова. Используя программную модель системы GSM 900/1800 получаем звуковые файлы \*.wav2 для каждого тестового слова. Устанавливаем значение вероятности ошибок от 0 до 10%.

Полученные результаты обрабатываем в программной модели PESQ.



**Рис. 3. График зависимости оценки PESQ от вероятности ошибки в канале**

**Выводы**

В статье были произведены эксперименты по оценке качества речи в канале GSM с использованием алгоритма PESQ. Были записаны фразы, которые в последствии были преобразованы в формат, использующийся при передаче GSM и были использованы программные средства, реализующие алгоритм PESQ.

Результаты экспериментов подтвердили, что при увеличении вероятности ошибки в канале оценка PESQ уменьшается. Соответственно при увеличении ошибок в канале человеку будет сложнее понять то, что говорит ему собеседник.

Зависимость оценки PESQ от вероятности ошибки монотонно на выбранном наборе данных.

**Список используемых источников:**

1. Дядюнов А.Н. Информационные технологии. Ч. 1. М.: Изд.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 80 с.
2. Сергеев В.С., Барин В.В. Сжатие данных, речи, звука и изображений в телекоммуникационных системах. 2009.
3. Рихтер С.Г. Кодирование и передача речи в цифровых системах подвижной связи. 2009.
4. МСЭ-Т Р.800.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.043

Поступила (Received): 24.10.2016

**Аухадеев А.Э., Литвиненко Р.С.,  
Бабакулыев Р.Ю., Баязитов В.О.**  
**Диалектика управления развитием транспортной  
системы современного города**

**Aukhadееv A.E., Litvinenko R.S., Babakulyyev R.Yu., Bayazitov V.O.**  
**The dialectic of management development of  
modern city transport system**

Городской электрический транспорт рассматривается как сложноорганизованная саморазвивающаяся социально-техническая система. Осуществляется поиск проблемы диалектики взаимоотношений между внутренними свойствами самоорганизации и саморазвития транспортной системы, с одной стороны, и внешним целевым управлением со стороны систем более высокого иерархического порядка – с другой

**Ключевые слова:** транспортная система, самоорганизация, техноценоз, управление

**Аухадеев Авер Эрикович**

Кандидат технических наук, доцент  
Казанский государственный энергетический университет  
г. Казань, ул. Красносельская, 51

**Литвиненко Руслан Сергеевич**

Кандидат технических наук, доцент  
Казанский государственный энергетический университет  
г. Казань, ул. Красносельская, 51

**Бабакулыев Рашид Юнусович**

Магистрант  
Казанский государственный энергетический университет  
г. Казань, ул. Красносельская, 51

**Баязитов Валерий Олегович**

Магистрант  
Казанский государственный энергетический университет  
г. Казань, ул. Красносельская, 51

Urban electric transport is considered as a highly organized self-developing socio-technical system. Dialectic problem of relationship between the intrinsic properties of self-organization and self-transport system, on the one hand, and the external target of the higher hierarchical order systems control on the other hand is searched

**Key words:** transport system, self-organization, technocenosis, management

**Aukhadееv Aver Erikovich**

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor  
Kazan state power engineering university  
Kazan, Krasnoselskaya st., 51

**Litvinenko Ruslan Sergeevich**

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor  
Kazan state power engineering university  
Kazan, Krasnoselskaya st., 51

**Babakulyyev Rashid Yunusovich**

Master  
Kazan state power engineering university  
Kazan, Krasnoselskaya st., 51

**Bayazitov Valeriy Olegovich**

Master  
Kazan state power engineering university  
Kazan, Krasnoselskaya st., 51

Городской электрический транспорт – огромная и сложнейшая техническая система – отрасль материальной и духовной культуры общества. Одной из первейших и наиболее актуальных задач, стоящих перед исследователями такой системы, оказывающей решающее значение на жизнеспособность и жизнедеятельность людей, является решение проблемы диалектики взаимоотношений между её внутренними свойствами самоорганизации и саморазвития, с одной стороны, и внешним целевым управлением – с другой [1].

Образуются два уровня противоречий: 1) спонтанная самоорганизация и саморазвитие – «самоуправление» системы, и 2) внешнее собственно управление её развитием со стороны системы более высокого иерархического порядка.

На отношения между управляемыми и управляющими системами, приумножая их напряженность, оказывает влияние существующая в каждой из них диалектика внутренних механизмов самоорганизации и саморазвития, например, такие как, выражаясь техническим языком, процессы «**диссипации**» – потери «вещества, информации и энергии» [2, 3]. Это также, выражаясь языком современных представлений о сложноорганизованных физических и химических, атомных и молекулярных системах, явления «**бифуркации**» – раздвоения или даже ещё большего расщепления и непредсказуемости линий развития, смен «**фазовых состояний**» и многие другие, воспринимаемые здравом смыслом как негативные. Однако эти процессы находятся в диалектических отношениях с бесспорно позитивными явлениями, состоящими в реорганизации и выходе системы на новые направления развития.

По представлениям современной науки транспортная система может сравниваться с живым биологическим организмом по ряду его свойств: спонтанно возникнув в определенной форме, она обретает способность к дальнейшей самоорганизации и саморазвитию, взаимодействуя и конкурируя в «**естественном отборе**» с другими техническими системами, отбрасывая накопившееся излишнее, одновременно воспринимая и развивая новые позитивные свойства. Однако отдельные формы, виды транспортной системы воспринимают и накапливают большое количество негативных качеств организации, что ведет их к гибели как индивидуальной системы, подобно отдельным биологическим организмам или системам [4].

Гибнут отдельные организмы, находящиеся в составе системы более высокого иерархического порядка, к которой они принадлежат, а та содержит в себе ресурсы и условия для своего возражения в новом качестве. Такая система как бы стряхивает с себя все накопившиеся негативы ради сохранения и обновления своих свойств.

В животных сложноорганизованных многоклеточных организмах процессы самоорганизации и саморазвития происходят в диалектике механизмов «**апоптоза**» – естественного, необходимого, постоянно сопровождающего жизнь умирания, отторжения клеток и «**регенерации**» – рождения новых структур. Они соответствуют общим понятиям диссипации, реорганизации и обновлению, в сложноорганизованных небиологических системах, таких как транспорт.

Это – диалектика гибели-возрождения систем: гибели индивидуальных неделимых единиц системы и возрождение всей системы более высокого

иерархического порядка в целом. В биологии индивидуальной целостной и неделимой единицей является особь, принадлежащая к определенному виду, роду, биоценозу, наконец – к биогеоценозу, экосистеме. В глобальной социально-технологической системе города – техноценозе – такие единицы это **«роды, виды, особи»** транспортной системы. Они тесно связаны между собой механизмами, подобными биологической генетике, которые определяют развитие, как общих родовых и видовых, так и индивидуальных свойств отдельных особей – единиц транспортной системы [4].

Таким образом, транспортная система имеет внутренние механизмы развития, находящиеся в сложных диалектических отношениях. Вместе с тем, она, будучи системой открытой, включена в иерархические и неиерархические синергетические отношения с множеством других систем, среди которых может быть та, которая оказывает подчиняющее – управляющее влияние. Такая система всегда имеет более высокую сложность организации и большие ресурсы развития, способные подчинить своим интересам развитие систем с меньшими ресурсами. Однако эта система, хоть и обладает большими ресурсами, в её саморазвитии имеются свои диалектические сложности, которые могут непредсказуемо изменить параметры управляющего влияния на системы меньшей сложности [5].

Применительно к транспортной социально-технической системе это могут быть нетранспортные системы, например, архитектурно-градостроительные, экономические и бизнес, энергетические, экологические и промышленные, социальные и т.п. Они в своём воздействии на транспортную систему могут находиться в противоречии между собой, быть неустойчивыми, изменчивыми в своих направлениях развития – целях [6, 7].

Понятие «управление» невозможно применять к биологической системе без оговорок. Биологические системы-организмы развиваются по внутренним, заложенным в них самих, механизмам самоорганизации и саморазвития, которым больше подходит понятие «самоуправление» как процесса, способы осуществления которого относительно жестко фиксированы в конструкции самой системы. Термин, а вместе с ним и понятие «самоуправление» противоречиво, если придать понятию «управление» значение, связанное с воздействием на систему извне в соответствии с отношениями систем в их глобальной иерархии и неиерархии. Например, глобальное иерархическое единство разных уровней представляют собой социальные системы: личность, коллектив, общество, материальная и духовная культура (в том числе, транспортная система), цивилизация [1]. Именно здесь необходимо вводится понятие управления, придавая ему особый смысл, отличающий его от понятий «самоорганизация» и «самоуправление». Самоуправление направлено на мобилизацию внутренних ресурсов системы для осуществления её собственных целей в отличие от управления, состоящего в поступлении внешних и подчинении внутренних ресурсов, ведущих к осуществлению цели другой системы, находящейся на более высоком иерархическом уровне.

При рассмотрении проблемы управления развитием транспортной системы с позиций биологических аналогий плодотворной может быть идея,

представляющая управление развитием городского транспорта в модели устройства человеческого мозга, являющегося, с одной стороны, индивидуальным инструментом самоуправления функциями организма, с другой стороны, инструментом подчинения функций требованиям коллективного поведения – управления. В этом случае целесообразно обратиться к устройству мозга высокоорганизованных животных и именно мозга человека, имея в виду значение интеллектуальных функций и разума в решении чрезвычайно сложных и актуальных для общества проблемы развития транспортной системы [8].

Транспортная система, обладающая общими с живыми организмами свойствами, может быть управляема путём влияния на присущие ей специфические социально-технические механизмы, способы самоорганизации и саморазвития, подобные, но, разумеется, не тождественные биологическим – мозговым. Транспортная система – явление культуры, выражение человеческой – общественной и творческой сущности. Исследование проблем управления транспортной системой, конечно, невозможно и без аналогий антропологических и социологических [9].

Такая чрезвычайная структурно-функциональная и содержательная сложность транспортной системы нуждается в создании научной концепции реального управления процессами самоорганизации и саморазвития сложноорганизованных технических систем – техники вообще как системы науки и практики. Необходимо, чтобы эта концепция в своем развитии и практическом воплощении достигла уровня **парадигмы**.

Такая парадигма решения противоречивых проблем управления развитием сложноорганизованной социально-технической транспортной системы может быть построена на глубоком проникновении в мир естественнонаучных и гуманитарных знаний [10, 11].

#### **Список используемых источников:**

1. Аухадеев А.Э. Саморазвитие транспортной системы современного города: Поиск инновационной модели интеллектуального управления. Монография. М.: ВИНТИ, 2014. 220 с.
2. Корольков Б.П. Термодинамические основы самоорганизации. Монография. Иркутск: ИрГУПС, 2011. 120 с.
3. Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, 1980. 423 с.
4. Кудрин Б. И. Исследования технических систем как сообществ изделий – техноценозов // Системные исследования. Методологические проблемы. М.: Наука, 1981. С. 236-254.
5. Аухадеев А.Э., Павлов П.П., Хамидуллин Р.Д., Киснеева Л.Н. Диалектика управления открытой самоорганизующейся и саморазвивающейся транспортной системой // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2014. № 1-2. С. 106-108.
6. Аухадеев А.Э. Противоречия «эмерджентности» и биоэтические проблемы управления развитием транспортной системы города // Вестник НЦБЖД. 2015. № 2 (24). С. 5-9.
7. Аухадеев А.Э. Методология исследования и решения проблем техногенного влияния электрического транспорта на эколого-антропологическую ситуацию в городе // Вестник НЦБЖД. 2012. № 1 (11). С. 91-95.
8. Аухадеев А.Э., Павлов П.П., Киснеева Л.Н., Соловьева А.П. Инновационный подход в организации системы городского электрического транспорта современного мегаполиса: бионическая концепция // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2013. № 2. С. 56-58.
9. Аухадеев А.Э., Хаертдинова А.Р., Киснеева Р.Д., Хамидуллин Л.Н., Грищук Д.В. Эколого-антропологические проблемы развития транспортной системы современных мегаполисов // Научный альманах. 2014. № 1 (1). С. 166-171.

10. Аухадеев А.Э. Методологические подходы к исследованию процессов развития городского электрического транспорта // Вестник СамГУПС. 2012. № 3 (17). С. 76-80.

11. Аухадеев А.Э. Методологические направления формирования современного научного мировоззрения в вузовской подготовке специалистов транспортных технологий // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 15. С. 193-196.

© 2016, Аухадеев А.Э., Литвиненко Р.С., Бабакулыев Р.Ю., Баязитов В.О.

*Диалектика управления развитием транспортной системы современного города*

© 2016, Aukhadееv A.E., Litvinenko R.S., Babakulyyev R.Yu., Bayazitov V.O.

*The dialectic of management development of modern city transport system*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.048

Поступила (Received): 24.10.2016

**Боженюк А.В.****Оценка изоморфизма нечетких темпоральных графов  
на основе нечетких внутренне устойчивых множеств****Bozhenyuk A.V.****Isomorphism evaluation of fuzzy temporal graphs  
based on fuzzy internally stable sets**

В данной работе рассматриваются вопросы оценки изоморфизма нечетких темпоральных графов, то есть графов, в которых степень связности вершин изменяется в дискретном времени. Рассмотрено свойство, устанавливающее взаимосвязь между степенью изоморфизма нечетких темпоральных графов и их нечеткими инвариантами – нечеткими множествами внутренней устойчивости

**Ключевые слова:** нечеткий темпоральный граф, степень изоморфизма

**Боженюк Александр Витальевич**  
Доктор технических наук, профессор  
Южный федеральный университет  
г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44

*This paper discusses the issues estimation isomorphism of fuzzy temporal graphs, i.e. graphs, in which incidence of graph vertices is changed in the discrete time. Considered a property that establishes the relationship between the degree of isomorphism of fuzzy temporal graphs and fuzzy invariants – fuzzy sets of internal stability*

**Key words:** fuzzy temporal graph, isomorphism degree

**Bozhenyuk Alexander Vitalievich**  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
Southern federal university  
Taganrog, Nekrasovsky lane, 44

Теория графов привлекает большое внимание специалистов различных областей знания. Она используется для изучения многих сложных природных явлений. Традиционно теория графов используется для представления отношений между элементами сложных структур различной природы [1,2]. При этом данные отношения между элементами являются постоянными и не меняются во времени. Такие графы в работе [3] были названы «статическими». В случае, когда отношения между элементами некоторой структуры изменяются во времени, традиционные «статические» графы не очень подходят для их описания и моделирования. В связи с этим, является актуальным использование графой модели, в которой связи между элементами (вершинами графа) изменяются во времени, то есть, темпорального графа [4]. В случае, когда в темпоральном графе, связи между вершинами являются нечеткими, приходим к понятию нечеткого темпорального графа [5,6]. Одной из важных проблем теории графов является распознавание изоморфизма или эквивалентности двух графов [7]. В случае нечетких темпоральных графов, понятие изоморфизма является нечетким и зависящим от времени.

Обозначим через  $\tilde{G} = (X, \{\tilde{\Gamma}_t\}, T)$  темпоральный нечеткий граф [4,6], в котором множество  $X$  является множеством вершин графа ( $|X|=n$ ), множество натуральных чисел  $t=\{1,2,\dots,T\}$  определяет дискретное время, а множество  $\{\tilde{\Gamma}_t\}$  задает семейство соответствий, которые отображают вершины  $X$  в себя в моменты времени  $t = \overline{1, T}$ .

Введем в рассмотрение нечеткий суграф  $\tilde{G}_t = (X, \tilde{U}_t)$ , в котором множество вершин  $X$  – тоже, что и в исходном темпоральном нечетком графе  $\tilde{G} = (X, \{\tilde{\Gamma}_t\}, T)$ , множество  $\tilde{U}_t = \{\mu_t(x_i, x_j) \mid (x_i, x_j) \in X^2\}$  является нечетким множеством ребер в моменты  $t = \overline{1, T}$ , а функция  $\mu_t$  есть функция принадлежности, отображающая множество  $X^2 \rightarrow [0,1]$ . Рассмотрим его нечеткий подграф  $\tilde{G}' = (X', \tilde{U}')$ , где  $X' \subseteq X, \tilde{U}' \subseteq \tilde{U}_t$ . Обозначим через  $\tau = \max_{\forall x_i, x_j \in X'} \{\mu_t(x_i, x_j)\}$ .

Подмножество вершин  $X'$  называется нечетким внутренне устойчивым множеством в момент  $t$  со степенью внутренней устойчивости  $\alpha(X')=1-\tau$ .

Если  $X' = X$ , то величина  $\alpha(X)$  определит степень внутренней устойчивости суграфа  $\tilde{G}_t$ .

Подмножество вершин  $X' \subseteq X$  называется максимальным нечетким внутренне устойчивым множеством в момент времени  $t$  со степенью  $\alpha(X')$ , если для любого  $X'' \supset X'$  величина  $\alpha(X'') < \alpha(X')$ .

Пусть  $\tau_k = \{X_{K_1}, X_{K_2}, \dots, X_{K_l}\}$  – семейство максимальных нечетких внутренне устойчивых  $k$  вершинных множеств в момент времени  $t$  со степенями внутренней устойчивости  $\alpha_{X_{K_1}}^0, \alpha_{X_{K_2}}^0, \dots, \alpha_{X_{K_l}}^0$  соответственно. Обозначим через  $\alpha_{X_k}^{\max} = \max\{\alpha_{X_{K_1}}^0, \alpha_{X_{K_2}}^0, \dots, \alpha_{X_{K_l}}^0\}$ . Если семейство  $\tau_k = \emptyset$ , то положим  $\alpha_{X_k}^{\max} = \alpha_{X_{k-1}}^{\max}$ . Величина  $\alpha_{X_k}^{\max}$  означает, что в суграфе  $\tilde{G}_t$  существует подграф на  $k$  вершин со степенью внутренней устойчивости  $\alpha_{X_k}^{\max}$  и не существует никакого другого подграфа с  $k$  вершинами, чья степень внутренней устойчивости была бы больше величины  $\alpha_{X_k}^{\max}$ .

Множество  $\tilde{A}_t = \{< \alpha_{X_1}^{\max} / 1 >, < \alpha_{X_2}^{\max} / 2 >, \dots, < \alpha_{X_n}^{\max} / n >\}$  называется нечетким множеством внутренней устойчивости нечеткого суграфа  $\tilde{G}_t$ .

Множество  $\tilde{\Psi} = \&_{t=1, T} \tilde{A}_t$  называется нечетким множеством внутренней устойчивости темпорального нечеткого графа  $\tilde{G} = (X, \{\tilde{\Gamma}_t\}, T)$ .

Пусть заданы нечеткие ориентированные графы [8]  $\tilde{G}_x = (X, \tilde{U}_x)$  и  $\tilde{G}_y = (Y, \tilde{U}_y)$ , где  $X$  и  $Y$  – множества вершин, а  $\tilde{U}_x = \{< \mu_x(x_i, x_j) / (x_i, x_j) > \mid (x_i, x_j) \in X^2\}$ ,  $\tilde{U}_y = \{< \mu_y(y_i, y_j) / (y_i, y_j) > \mid (y_i, y_j) \in Y^2\}$  – нечеткие множества ребер с функциями принадлежности соответственно,  $\mu_x : X^2 \rightarrow [0,1]$  и  $\mu_y : Y^2 \rightarrow [0,1]$ . Пусть число вершин в этих графах совпадают, т.е.  $|X|=|Y|=n$ .

В работе [9] рассматривалось понятие нечеткого изоморфизма нечетких графов в виде значения  $f = \&_{i=1, n} \&_{j=1, n} (\mu_x(x_i, x_j) \leftrightarrow \mu_y(y_i, y_j))$ . Здесь под операцией  $\&$

подразумевается операция минимум, а эквивалентность определяется как  $a \leftrightarrow b = (a \rightarrow b) \& (b \rightarrow a)$ , где  $\rightarrow$  – операция нечеткой импликации, в частности, определяемая в логике Лукасевича ( $a \rightarrow b = \min\{1, 1 - a + b\}$ ).

В этом смысле совпадение инвариантов является необходимым, но не достаточным условием изоморфизма четких графов. Если инварианты не совпадают, то рассматриваемые графы не являются изоморфными.

При рассмотрении нечетких темпоральных графов их инварианты также являются нечеткими величинами. В связи с этим возникает задача оценки влияния нечетких инвариантов на величину возможного изоморфизма  $f$  рассматриваемых нечетких темпоральных графов.

В данной работе устанавливается взаимосвязь между изоморфизмом нечетких графов и их нечеткими множествами внутренней устойчивости.

Рассмотрим теперь некоторое взаимно однозначное соответствие  $F : X \rightarrow Y$  между множествами вершин  $X$  и  $Y$ , в результате которого нечеткие темпоральные графы  $\tilde{G}_X = (X, \tilde{U}_X)$  и  $\tilde{G}_Y = (Y, \tilde{U}_Y)$  изоморфны со степенью  $f$ . Пусть  $\tilde{A}_X = \{\langle \alpha_{x_1}^{\max} / 1 \rangle, \langle \alpha_{x_2}^{\max} / 2 \rangle, \dots, \langle \alpha_{x_n}^{\max} / n \rangle\}$  и  $\tilde{A}_Y = \{\langle \alpha_{y_1}^{\max} / 1 \rangle, \langle \alpha_{y_2}^{\max} / 2 \rangle, \dots, \langle \alpha_{y_n}^{\max} / n \rangle\}$  – нечеткие множества внутренней устойчивости нечетких темпоральных графов  $\tilde{G}_X$  и  $\tilde{G}_Y$  соответственно,  $f$  – степень изоморфизма рассматриваемых графов. Тогда можно доказать следующее неравенство  $f \leq \&_{k=1, n} (\alpha_{x_k}^{\max} \leftrightarrow \alpha_{y_k}^{\max})$ .

Данное неравенство позволяет по нечетким множествам внутренней устойчивости оценивать возможную степень изоморфизма нечетких темпоральных графов.

#### Список используемых источников:

1. Кофман А. Введение в прикладную комбинаторику. М.: Наука, 1975.
2. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. М.: Мир, 1978.
3. Kostakos V. Temporal graphs. In Proc. of Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, vol.388, Issue 6, Elsevier, 2008, p.1007-1023.
4. Берштейн Л.С., Боженьюк А.В. Использование темпоральных графов как моделей сложных систем // Известия ЮФУ. Технические науки. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. №4 (105). С.198-203.
5. Берштейн Л.С., Боженьюк А.В., Розенберг И.Н. Метод нахождения сильной связности нечетких темпоральных графов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУПС, 2011. №3 (43), – С.15-20.
6. Берштейн Л.С., Беляков С.Л., Боженьюк А.В. Использование нечетких темпоральных графов для моделирования в ГИС // Известия ЮФУ. Технические науки. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012. №1 (126). С.121-127.
7. Зыков А.А. Основы теории графов. М.: Наука. 1987. 384с.
8. Боженьюк А.В., Гинис Л.А. Об использовании нечетких баз и антибаз при анализе нечетких когнитивных карт // Искусственный интеллект. 2004. № 4. С. 276-285.
9. Bershtein L.S., Bozhenyuk A.V. Fuzzy Coloring and Evaluation of the Degree of Isomorphism of Fuzzy Graphs // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2002. T. 41. № 3. С. 447-453.

© 2016, Боженьюк А.В.

Оценка изоморфизма нечетких темпоральных графов на основе нечетких внутренне устойчивых множеств

© 2016, Bozhenyuk A.V.

Isomorphism evaluation of fuzzy temporal graphs based on fuzzy internally stable sets

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.051

Поступила (Received): 26.10.2016

**Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г.**  
**Технические средства для борьбы с авариями на водных объектах нефтедобывающей промышленности**

**Buharitsin P.I., Bezzubikov L.G.**  
**Technical facility for fight with damage on water object neftedobyvayuschey industry**

*В данной статье рассматриваются разработанные авторами технические средства для предотвращения и борьбы с различными авариями на водных объектах нефтедобывающей промышленности подтвержденные патентами на изобретения и полезные модели, внедрение которых поможет расширить арсенал средств и возможностей людей для защиты объектов от негативного воздействия природных процессов и т.н. "человеческого фактора", а также предупреждения и ликвидации таких аварий и минимизации их последствий*

**Ключевые слова:** транспорт наносов, дноуглубление, новые технологии, транспортировка грунта

**Бухарицин Петр Иванович**

*Доктор географических наук, ведущий научный сотрудник*

*Астраханская Группа по исследованию экологических проблем дельты реки Волги Института водных проблем РАН  
г. Астрахань, ул. Татищева, 16*

**Беззубиков Лев Германович**

*Кандидат технических наук  
г. Астрахань*

*In given article are considered designed author technical facilities for prevention and fights with different damage on water object neftedobyvayuschey industry confirmed patent for inventions and useful models, introduction which will help to increase the arsenal of the facilities and possibilities of the people for protection object from negative influence of the natural processes and t.n. "human factor", as well as warning and liquidations such damage and minimization their consequence*

**Key words:** the transport alluvium, dumping, new technologies, transportation of the soil

**Buharitsin Petr Iwanowitch**

*Doctor of Geographical Sciences, Leadinging Researcher*

*Astrahan Group on study of the ecological problems of the delta yard Volga of the Institute of the water problems by WOUNDS  
Astrahan, Tatischeva st., 16*

**Bezzubikov Lev Germanovich**

*Candidate of Technical Sciences  
Astrahan*

**Введение (Introduction)**

Перспективы открытия в нашей стране новых крупных месторождений на суше в основном связаны с труднодоступными регионами Восточной Сибири, поэтому все больше внимания уделяется разработке морских месторождений в шельфовых зонах арктических, дальневосточных и южных морей России (рис.1). И это несмотря на то, что разведка и добыча углеводородного сырья на морских месторождениях обходится в разы, а иногда и на порядки дороже сухопутных.



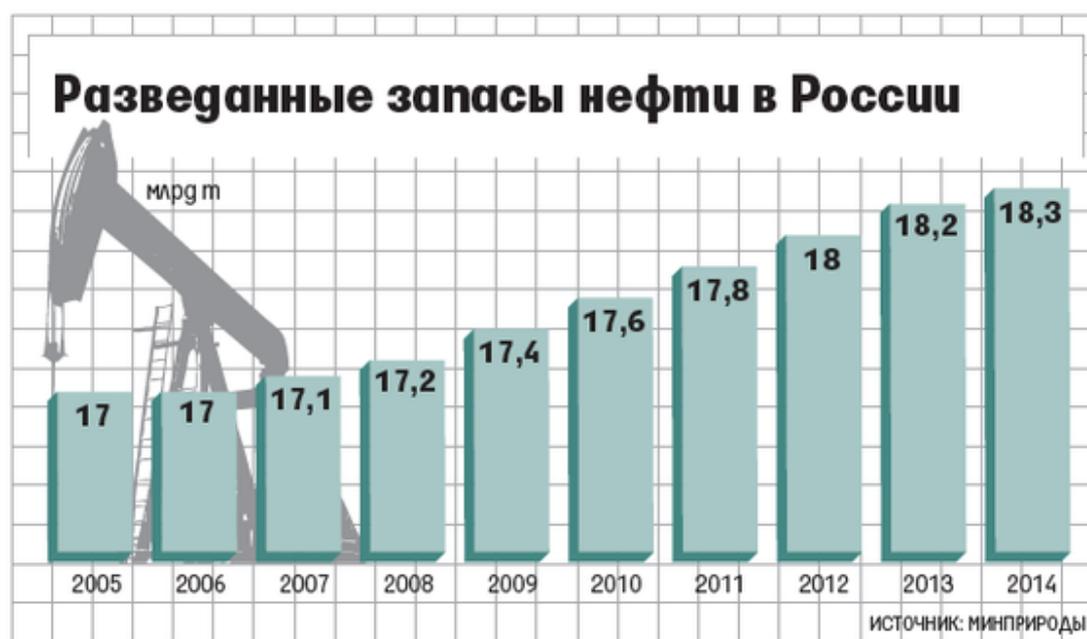
Рис. 1. Нефтяные запасы России (схема из интернета)

Добыча нефти в России с каждым годом растет (рис.2), при этом процент «морской» нефти также постоянно увеличивается.

К сожалению, в настоящее время, как в российской, так и в мировой практике нефтедобычи не существует экологически абсолютно «чистых» технологий. Время от времени случаются аварии на скважинах, трубопроводах и других объектах нефтедобывающей промышленности. Существует большое количество способов, средств и методов по ликвидации всевозможных аварийных ситуаций, однако, в отличие от аварий на сухопутных объектах, аналогичная авария в море может привести к гораздо более значительному экономическому ущербу, а ее последствия могут быть катастрофическими как для людей, так для природной среды.

Следует также отметить, что нет, и не может быть универсальных методов и технических средств борьбы с этими авариями. Бывают случаи, когда такие средства создаются, испытываются и применяются буквально в процессе ликвидации аварий. Так было во время трагедии на буровой платформе в Мексиканском заливе. Гибель российской атомной подводной лодки «Курск» в Норвежском море инициировала разработку и создание в Голландии уникальной баржи «Гигант». Аварийная ситуация возникшая на Северном Каспии в результате опасной подвижки льдов побудила казахских нефтяников создать и построить на астраханской верфи специальные защитные баржи «ледовый барьер». И таких примеров множество.

Известно, что практически все моря, омывающие Россию, относятся к замерзающим морям. Частично замерзают самые южные наши моря Азовское, Каспийское. Иногда лед появляется даже вдоль северных берегов Черного моря. А дрейфующий лед в море – это еще одна, очень серьезная опасность для морских объектов нефтяников.



**Рис. 2. Диаграмма роста разведанных нефтяных запасов в России (из интернета)**

Кстати, на сегодняшний день в мире не существует эффективных средств ликвидации нефтяных разливов в море, при наличии дрейфующих льдов. Особенно это касается аварий на подводных нефтепроводах, отдельно стоящих буровых платформах, нефтехранилищах и т.п. объектах.

В данном обзоре рассматриваются разработанные авторами технические средства для предотвращения и борьбы с различными авариями на водных объектах нефтедобывающей промышленности подтвержденные патентами на изобретения и полезные модели, внедрение которых поможет расширить арсенал средств и возможностей людей для защиты объектов от негативного воздействия природных процессов и т.н. «человеческого фактора», а также предупреждения и ликвидации таких аварий и минимизации их последствий.

### ***Материалы и методы (Materials and Methods)***

#### **ПЛАВУЧЕЕ СРЕДСТВО ДЛЯ СБОРА НЕРАСТВОРИМЫХ ЖИДКОСТЕЙ И МУСОРА С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ**

Изобретение относится к охране окружающей среды и может быть использовано при сборе нерастворимых в воде жидкостей, например нефтепродуктов, и плавающего мусора с водной поверхности.

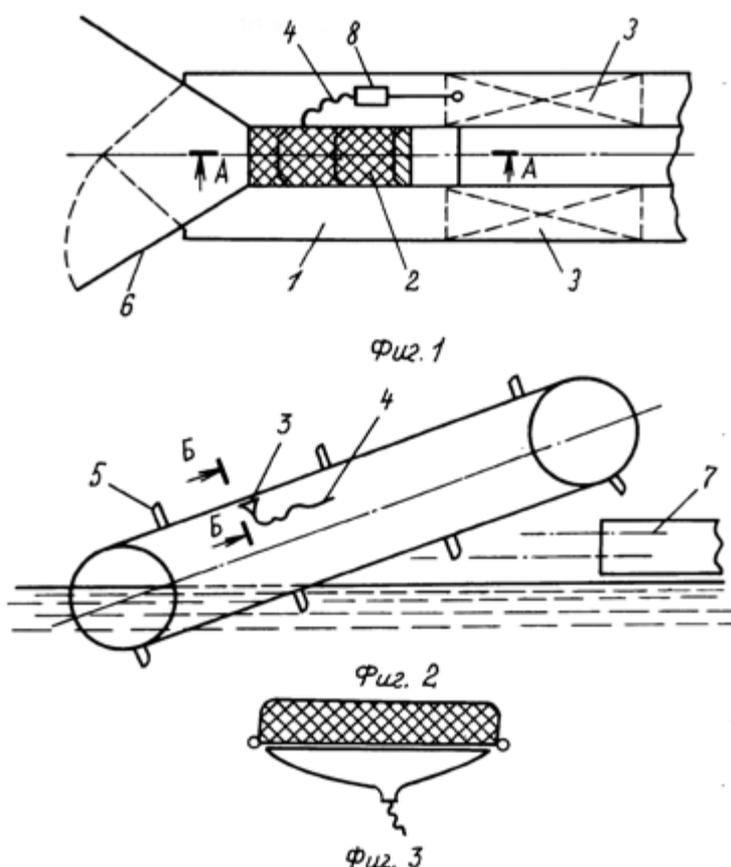
Техническая задача – полная очистка водной поверхности от нерастворимых жидкостей и плавающего мусора.

Технический результат предлагаемого плавучего средства – повышение эффективности сбора плавающих нерастворимых жидкостей и плавающего мусора. Он достигается тем, что механизм для очистки ленты расположен под верхней ветвью ленты по всей ее ширине на расстоянии 0,6-0,8 м над уровнем воды водоема (во избежание попадания воды), сетчатые корзины для захвата и перемещения мусора расположены по всей ширине ленты по ее периметру на расстоянии 0,8-1,0 м относительно друг друга, носовая часть плавучее средство

снабжено раздвижными створками, в рабочем положении обеспечивающими более широкую полосу захвата загрязненной водной поверхности.

На рисунке 3 (фиг. 1-3) изображено предлагаемое плавучее средство (вид сверху), и в разрезе.

Плавучее средство для сбора нерастворимых жидкостей и мусора с поверхности воды содержит корпус 1, выполненный в виде катамарана, вращающуюся ленту из съемного сетчатого полотна 2, раструб 3 для очистки ленты, шланг 4 вакуумной системы, сетчатые корзины 5, раздвижные створки корпуса 6, емкость для мусора 7.



**Рис. 3 (фиг. 1-3). Плавучее средство для сбора нерастворимых жидкостей и мусора с поверхности воды, вид сверху и в разрезе**

Плавучее средство работает следующим образом:

При движении сетчатого полотна 1, находящиеся на поверхности воды нефть, нефтепродукты, масло, захватываются его ячейками, так как имеют большее, чем у воды, поверхностное натяжение, перемещаются к механизму очистки – раструбу 3, через который отсасываются по шлангу 4 вакуумной системы. Одновременно сетчатые корзины 5 подхватывают плавающий на воде мусор и перемещают его в емкость для мусора 7. Раздвижные створки 6 обеспечивают более широкую полосу захвата загрязненной водной поверхности при работе плавучего средства. При движении плавучего средства раздвижные створки 6 находятся в сложенном положении (на чертеже показано пунктиром).

Сетчатое полотно для повышения эффективности сбора нерастворимых жидкостей выполнено съемным, в нескольких вариантах, отличающихся разным размером ячеей, и устанавливается, в зависимости от величины поверхностного натяжения собираемой жидкости. С мелкой ячейей – для легких сортов нефтепродуктов, с более крупной ячейей – для тяжелых сортов нефтепродуктов и сырой нефти.

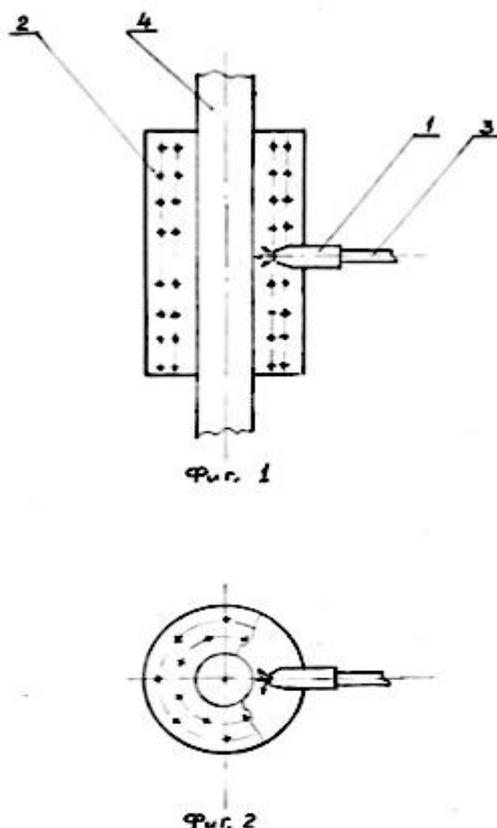
Использование данного плавучего средства позволит собирать нерастворимые жидкости без примеси воды [1,2,3].

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГЛУШЕНИЯ СКВАЖИНЫ

Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности, в частности, к глушению газоконденсатных и нефтяных сважин перед проведением капитального ремонта, а также для ликвидации открытых фонтанных сважин (в том числе и горящих).

Техническая задача заявленного изобретения – использование для глушения сважины простого устройства, применение которого не требует специальных технических средств и задавочной жидкости.

Технический результат достигается тем, что для повышения вязкости используется сжатый воздух, который подается к наружной поверхности трубы сважины через дроссельное сопло в перфорированный кожух, установленный на трубопроводе сважины. Устройство изображено на рисунке 4.



**Рис. 4. Устройство для глушения сважины (фиг. 1 – вид сбоку; фиг. 2 – вид сверху фиг. 1)**

Устройство для глушения скважины содержит: дроссельное сопло 1, перфорированный кожух 2, трубопровод подачи воздуха 3 к наружной поверхности трубы скважины 4.

Устройство работает следующим образом: для глушения скважины через дроссельное сопло 1 подается сжатый воздух по трубопроводу 3 в перфорированный кожух 2 к поверхности трубы скважины 4. Сжатый воздух на выходе из дроссельного сопла, расширяясь – охлаждается, охлаждая при этом трубу скважины и находящуюся в ней среду, которая и образует заглушку скважины.

Известно, что за счет дросселирования воздуха под давлением  $180 \text{ кг/см}^2$  на выходе из дроссельного сопла можно получить температуру до минус  $90^\circ\text{C}$ . Известно также, что основная масса сырой нефти, в зависимости от вязкости, имеет температуру замерзания в пределах от минус 5 до минус  $15^\circ\text{C}$ .

Данное устройство можно использовать как для наземных, так и для морских скважин.

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫЛИВА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ИЗ АВАРИЙНОГО ТРУБОПРОВОДА

Изобретение относится к области охраны окружающей среды от загрязнения, в частности к устройствам предотвращения аварийных разливов нефти и нефтепродуктов при повреждении трубопроводов.

Известно, что за счёт дросселирования воздуха под давлением  $180\text{-}200 \text{ кг/см}^2$  на выходе из дроссельного сопла можно получить температуру до минус  $90^\circ\text{C}$ . Известно также, что основная масса сырых нефтей и нефтепродуктов (мазут, масло и т.д.), в зависимости от их вязкости, имеют температуру замерзания в пределах от минус  $5^\circ\text{C}$  до минус  $15^\circ\text{C}$ . Таким образом основная масса транспортируемых по трубопроводам нефти и нефтепродуктов теряют свою текучесть даже при небольших отрицательных температурах.

Техническая задача заявленного изобретения – устройство для предотвращения вылива нефти и нефтепродуктов из аварийного трубопровода.

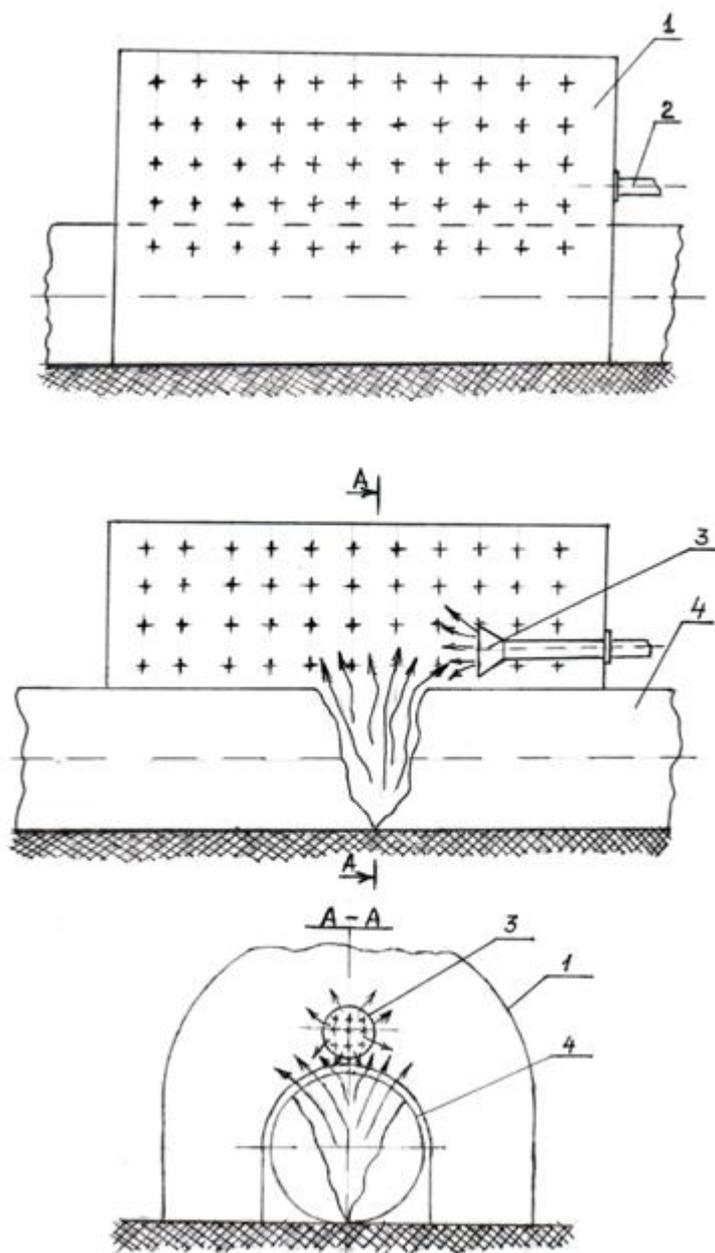
Технический результат заявленного устройства для предотвращения вылива нефти и нефтепродуктов из аварийного трубопровода, содержащего трубопровод сжатого воздуха с дроссельным соплом, достигается тем, что трубопровод сжатого воздуха с дросселирующим соплом подведён к перфорированному кожуху, закреплённому на аварийном участке трубопровода, при этом сжатый воздух под давлением, в зависимости от исходной вязкости жидкости, чем больше вязкость, тем ниже давление сжатого воздуха.

Устройство, изображенное на рисунке 5, содержит перфорированный кожух 1, к которому подведён трубопровод сжатого воздуха 2 с дросселирующим соплом 3. Кожух 1 закреплён над аварийным участком трубопровода 4.

Устройство работает следующим образом:

В закреплённой над аварийным участком трубопровода 4 перфорированный кожух 1 подают сжатый воздух из трубопровода сжатого воздуха 2 через дроссельное сопло 3 к месту выхода нефти из аварийного трубопровода. При выходе воздуха из дросселирующего сопла его давление резко падает, а воздух охлаждается до минусовой температуры, что приводит к быстрому снижению

текучести нефти и нефтепродуктов в месте их выхода из аварийного трубопровода и полному прекращению их вылива.



**Рис. 5. Устройство для предотвращения вылива нефти и нефтепродуктов из аварийного трубопровода (фиг. 1 – общий вид устройства; фиг. 2 – продольный разрез фиг. 1; фиг. 3 – разрез по А-А фиг. 2)**

Снижение температуры под кожухом приводит к охлаждению аварийного трубопровода, и уже на подходе к аварийному участку снижает текучесть нефти и нефтепродуктов в аварийном трубопроводе, т.е. происходит закупорка аварийного трубопровода.

Перфорированный кожух не создаёт препятствий для выхода нефти при его установке на повреждённом трубопроводе, и для выхода отработанного воздуха при работе устройства.

Данное устройство может быть использовано для предотвращения вылива нефти и нефтепродуктов как на наземном, так и на подводном трубопроводе [4,5,6].

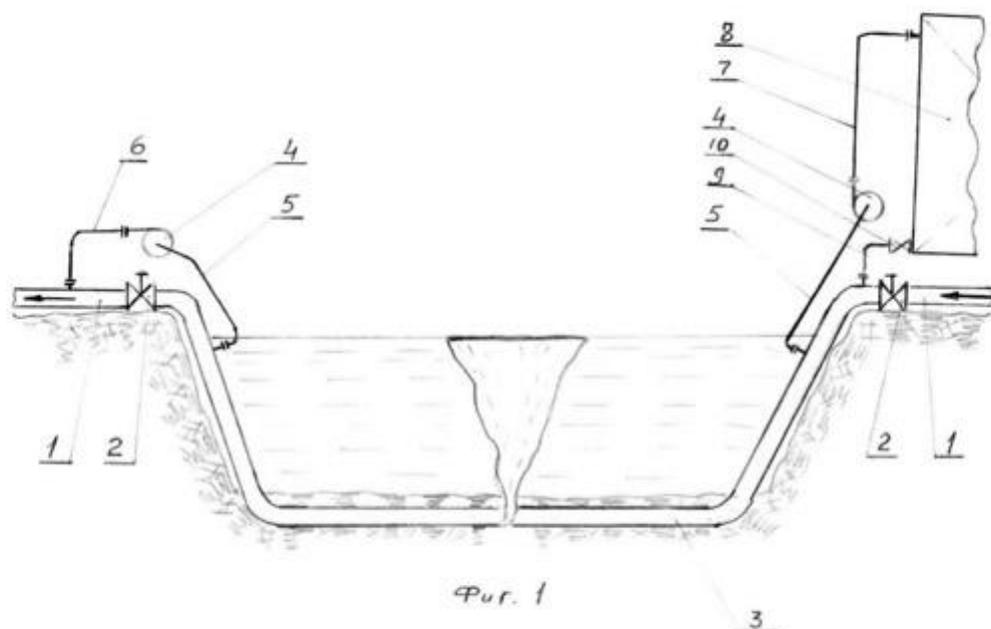
### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫЛИВА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ИЗ АВАРИЙНОГО ПОДВОДНОГО НЕФТЕПРОВОДА

Изобретение относится к области охраны окружающей среды от загрязнения, в частности к устройствам предотвращения аварийных разливов нефти и нефтепродуктов при повреждении подводных нефтепроводов.

В данном устройстве используется тот же принцип снижения текучести нефтепродуктов за счёт подачи в нефть и нефтепродукты связующего агента-сжатого воздуха, причём подачу сжатого воздуха осуществляют через дросселирующие сопла к поврежденному участку подводного нефтепровода.

Техническая задача заявленного изобретения – предотвращение вылива нефти и нефтепродуктов из аварийного подводного нефтепровода.

Технический результат заявленного устройства для предотвращения вылива нефти и нефтепродуктов из аварийного подводного нефтепровода, включающего магистральный нефтепровод с задвижками, достигается тем, что на противоположных берегах водоёма устанавливают насосы, приемы которых соединяют с подводным нефтепроводом ниже уровня водоёма и ёмкость для приёма нефти на берегу со стороны подачи нефти, а выходы насосов соединяют на одном берегу с ёмкостью, на противоположном берегу – с магистральным нефтепроводом после задвижки.



**Рис. 6. Устройство для предотвращения вылива нефти и нефтепродуктов из аварийного подводного нефтепровода**

На рисунке 6 изображена схема устройства (общий вид).

Устройство содержит магистральный нефтепровод 1 с задвижками 2, подводный нефтепровод 3, насосы 4 с приёмами 5 и выходами 6 и 7, ёмкость для приёма нефти 9 с клапаном для возврата нефти из ёмкости в подводный нефтепровод 10.

Устройство работает следующим образом:

При повреждении подводного нефтепровода 3, расположенного под дном водоёма с помощью задвижек 2 перекрывается магистральный нефтепровод 1. Используя насосы 4, расположенные на противоположных берегах водоёма часть нефти из аварийного подводного нефтепровода 3 закачивается в ёмкость 8, расположенную на берегу со стороны подачи нефти, так как на этом участке магистральный нефтепровод 1 находится под давлением, а на противоположном берегу часть нефти из аварийного подводного нефтепровода 3 откачивается в магистральный нефтепровод 1, так как давление в нём отсутствует. В результате откачки нефти в подводный нефтепровод через повреждение попадает вода, что препятствует выливу нефти в водоём на время, необходимое для ликвидации аварии.

Для освобождения подводного нефтепровода от воды после ликвидации аварии необходимо открыть задвижку магистрального нефтепровода на противоположном от ёмкости берегу и насосом, связанным с ёмкостью откачать воду из подводного нефтепровода в ёмкость [7,8,9].

#### УСТАНОВКА ДЛЯ ПОДЪЕМА ЖИДКОСТИ ИЗ СКВАЖИНЫ

Изобретение относится к способам и устройствам для подъема жидкостей из скважин и может быть использовано для подъема, как нефти, так и воды из подземных источников.

Технической задачей заявленного изобретения является исключение использования насосного скважинного оборудования и подачи сжатого воздуха или газа для работы насоса.

Технический результат достигается тем, что скважинная колонна заполнена материалом, впитывающим жидкость и ее верхний размещен в вакуумной ёмкости, снабжённой воздушным и сливным клапанами, поплавков свободно установлен на штанге с возможностью открытия и закрытия клапанов при его перемещении и воздействии на верхний и нижний ограничители движения, при этом вакуумная ёмкость в ее верхней части соединена с вакуумным насосом, в нижней – с приемной ёмкостью.

Технический результат достигается тем, что вакуумная ёмкость соединена с приёмной ёмкостью при помощи сливного клапана, а отбираемый из вакуумной ёмкости воздух подаётся в приёмную ёмкость.

На рисунке 7 изображен общий вид установки.

Установка для подъема жидкостей из скважины содержит: скважинную колонну 1 с впитывающим материалом 2, жидкость 3, вакуумную ёмкость 4 с воздушным 5 и сливным 6 клапанами, снабжёнными золотниками 7 и отверстиями 8, поплавков 9 свободно перемещающийся по штанге 10, на штанге установлены верхний 11 и нижний 12 ограничители движения поплавка.

Верхняя часть вакуумной ёмкости 4 соединена с вакуумным насосом 13, а нижняя часть с приёмной ёмкостью 14, через сливной клапан 6.

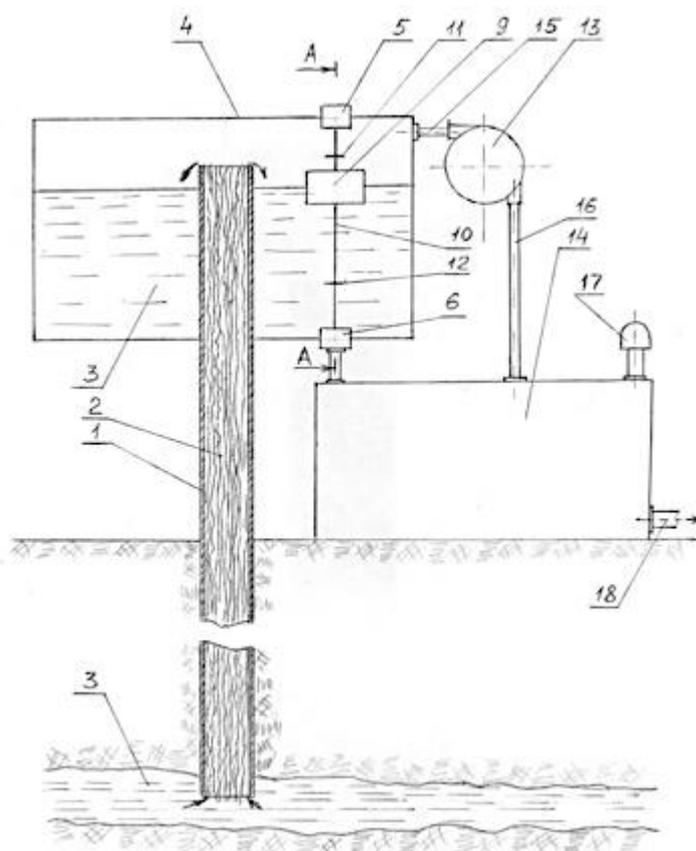
Вакуумный насос 13 через патрубок 15 отбирает воздух из вакуумной ёмкости, и подаёт его по патрубку 16 в приёмную ёмкость 14.

Приёмная ёмкость 14 соединена с атмосферой воздушной трубкой 17, для забора жидкости из приёмной ёмкости служит патрубок 18.

Установка работает следующим образом:

В скважинной колонне 1 жидкость 3 по впитывающему материалу 2 поднимается в вакуумную ёмкость 4, что обусловлено капиллярным явлением, так как в тонких порах впитывающего материала создаётся высокое капиллярное давление.

Низкое давление в вакуумной ёмкости обеспечивает отделение жидкости из впитывающего материала, и отбор её. По мере накопления жидкости в вакуумной ёмкости поплавок 9 поднимается вслед за уровнем жидкости и упирается в верхний ограничитель 11 и поднимает штангу 10 и золотники 7 в воздушном 5 и сливном 6 клапанах, открывая отверстия 8. Таким образом, открывается доступ атмосферного воздуха в вакуумную ёмкость и слив жидкости в приёмную ёмкость 14.



**Рис. 7. Установка для подъема жидкости из скважины (общий вид)**

Работа вакуумного насоса 13 связана с воздушным клапаном 5. При открытии воздушного клапана 5 насос выключается, при закрытии – включается с помощью концевых выключателей (на рисунках не показано). Таким образом,

установка работает в автоматическом режиме: заполнение вакуумной ёмкости – насос работает, слив жидкости из вакуумной ёмкости – насос не работает (рис. 8-9).

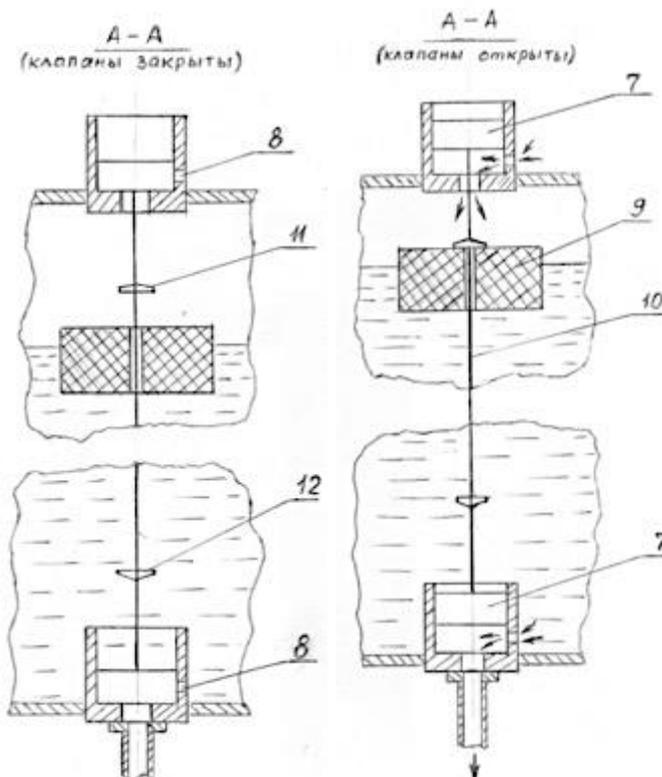


Рис. 8. Разрез по А-А рис. 5. Рис. 9. Разрез по А-А рис. 5 (клапаны закрыты) (клапаны открыты)

Так как в вакуумной ёмкости вместе с воздухом содержатся пары нефти, то насос выбрасывает воздух из вакуумной системы по патрубку 16 в приёмную ёмкость 14. Из приёмной ёмкости жидкость откачивается по патрубку 18.

Предлагаемое изобретение позволяет осуществить подъём жидкости из скважины на поверхность без использования сложного скважинного оборудования, что значительно снизит стоимость затрат на производстве по добыче жидкости [10,11].

### СПОСОБ РЕДУЦИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Изобретение относится к газовой промышленности и может быть использовано при транспортировке и потреблении природного газа, в частности, к способу редуцирования давления природного газа.

Технической задачей заявленного изобретения является исключение использования дополнительного оборудования для повышения температуры потока газа низкого давления.

Технический результат заявленного способа редуцирования давления природного газа, содержащего дроссельное сопло, отличающееся тем, что после дроссельного сопла соосно устанавливается стакан и направляют в него поток газа низкого давления, при этом диаметр и длину стакана подбирают в зависимости от объема газа низкого давления.

На рисунке 10 изображен общий вид устройства для осуществления способа редуцирования давления природного газа.

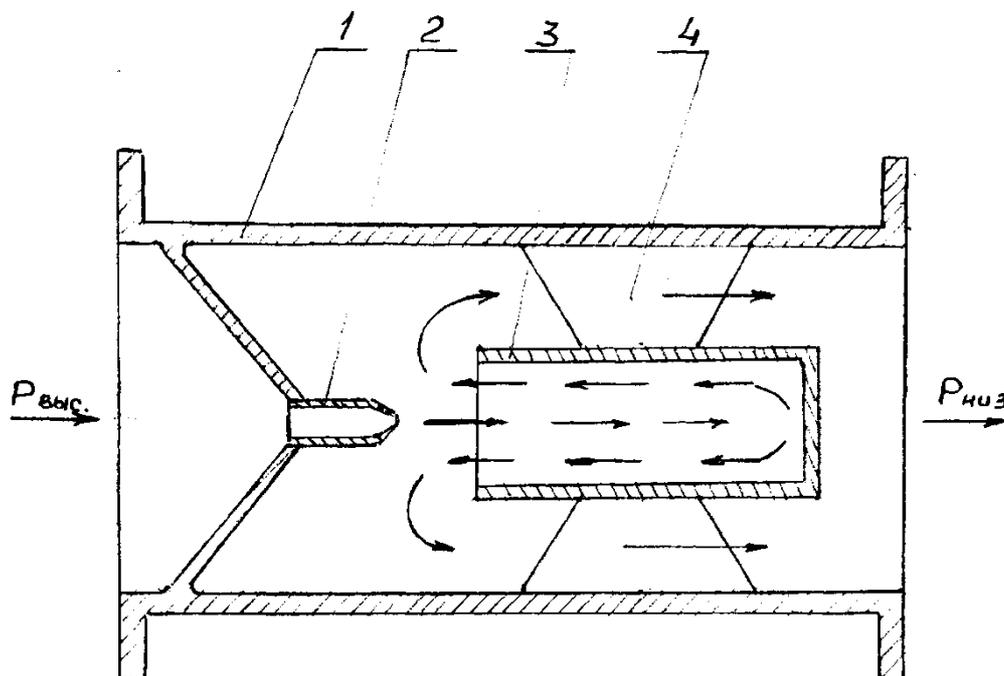


Рис. 10. Схема редуцирования давления природного газа

Устройство для редуцирования природного газа содержит:

Корпус 1, дроссельное сопло 2, стакан 3, кницу 4.

Способ редуцирования давления природного газа осуществляют следующим образом:

Природный газ из магистрали высокого давления направляют в дроссельное сопло 2, на выходе из сопла давление газа снижается, падение давления газа приводит к его охлаждению. Охлажденный поток газа направляют в стакан 3, в котором газ нагревается за счет трения молекул газа при движении в ограниченном пространстве. Нагретый в стакане газ низкого давления направляется в магистраль низкого давления.

Заявленный способ позволяет осуществлять редуцирование природного газа и повысить его температуру, исключая использование дополнительного оборудования для подогрева газа низкого давления. Это обеспечит надежную работу устройства в условиях низких температур окружающей среды [12,13,14].

### ГРУЗОВАЯ СИСТЕМА НАЛИВНОГО СУДНА

Изобретение относится к судостроению, в частности к грузовым системам наливных судов, в частности, танкеров, химовозов, виновозов, водолеев и других.

Техническая задача – создание простой, надежной и эффективной грузовой системы наливного судна.

Технический результат – повышение надежности, снижение затрат и времени при эксплуатации.

Он достигается тем, что напорный трубопровод снабжен дополнительным трубопроводом, соединенным посредством эжектора с нижней частью грузового танка, а верхняя часть запорного устройства сепарационного бака выведена в атмосферу выше уровня главной палубы судна.

На рисунке 11 схематично изображен общий вид грузовой системы наливного судна.

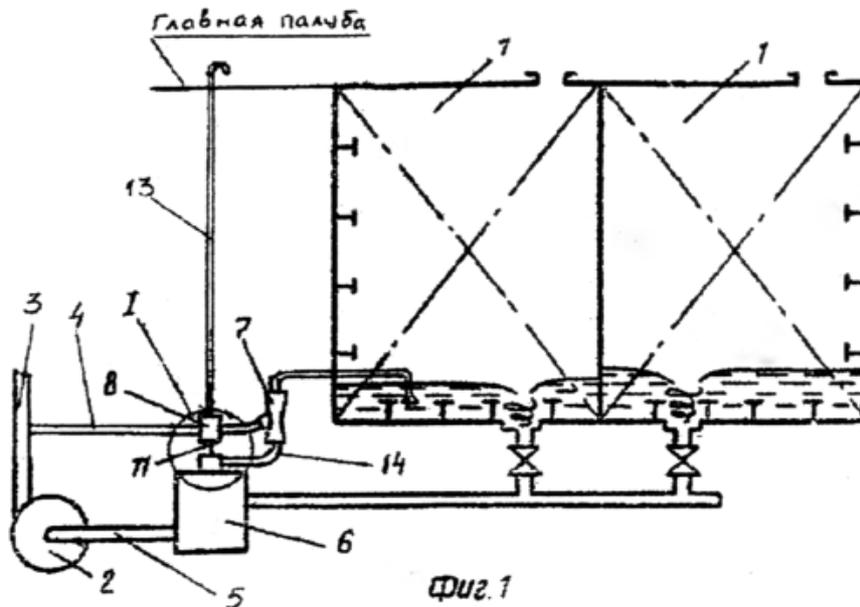


Рис. 11. Схема грузовой системы наливного судна

На рисунке 12 изображен узел I рисунка 11.

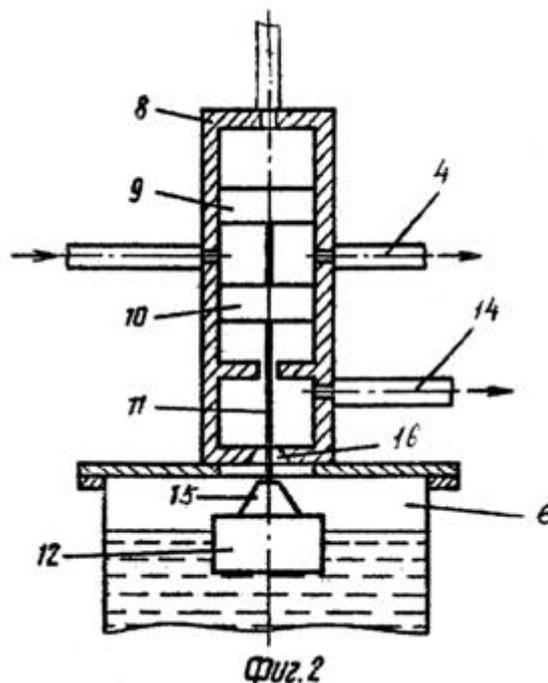


Рис. 12. Узел I рисунка 11

Грузовая система наливного судна имеет: грузовые танки 1, грузовой насос 2, напорный трубопровод 3, дополнительный трубопровод 4, всасывающий трубопровод 5, на котором установлен сепарационный бак 6. Дополнительный трубопровод 4 соединен через сепарационный бак 6 с эжектором 7 и нижней частью грузового танка 1. Сепарационный бак имеет запорное устройство 8, содержащее элементы золотника 9 и 10, установленные на штоке 11, соединенные с поплавком 12. Верхняя часть запорного устройства 8 соединена воздушной трубой 13 с атмосферой выше уровня главной палубы судна, а нижняя часть соединена патрубком 14 с эжектором 7. На верхней части поплавок 12 имеет конус 15, соответствующий отверстию 16.

Грузовая система наливного судна работает следующим образом:

В начальный период грузовые танки 1 и сепарационный бак 6 заполнены грузом (жидкостью). Поплавок в сепарационном баке 12 находится в его верхней части, конус 15 закрывает отверстие 16, а золотник 10 перекрывает отверстие для подачи жидкости от грузового насоса 2 к эжектору 7. При понижении уровня жидкости в грузовых танках до критического над приемами грузового насоса образуются вихревые воронки, и прохват воздуха в грузовую систему. Попадая в сепарационный бак 6, прихватываемый воздух устремляется в его верхнюю часть. При этом уровень жидкости в баке падает, вслед за уровнем жидкости опускается поплавок 12, открывая отверстие 16, одновременно с поплавком движется шток 11, и перемещаются элементы золотника 9 и 10, открывая доступ жидкости от напорного трубопровода 3 грузового насоса 2 по дополнительному трубопроводу 4. Эжектор 7 отсасывает воздух из сепарационного бака 6 по патрубку 14 в грузовой танк 1.

Таким образом, происходит быстрое и надежное удаление воздуха, создается разрежение и заполнение сепарационного бака жидкостью. Процесс удаления воздуха из грузовой системы через сепарационный бак 6 происходит в автоматическом режиме, грузовой насос 2 работает устойчиво до полного освобождения грузовых танков 1 от жидкости.

После откачки груза из танков 1 опорожняется сепарационный бак 6, поплавок 12 опускается вниз, элементы золотника 9 и 10 движутся вниз, при этом элемент золотника 9 перекрывает подачу жидкости к эжектору 7.

Положительный эффект заключается в том, что для использования заявленной грузовой системы наливного судна не требуется дополнительных механизмов, и она обеспечивает полную откачку жидкости из грузовых танков без дополнительной затраты времени и средств [15,16,17].

## СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СВАЙ ИЗ ГРУНТА АКВАТОРИИ

Изобретение относится к нефтяной и газовой промышленности, в частности, к способу извлечения свай из грунта, и может быть использовано при демонтаже морских платформ по завершении их эксплуатации.

Техническая задача – обеспечение возможности извлечения свай из грунта акватории за счёт изменения плавучести судна.

Технический результат – усовершенствование способа извлечения свай из грунта акватории. Он достигается тем, что плавсредство в виде катамарана с

балластными емкостями дополнительно снабжают гидравлическим захватом, устанавливают его в носовой части палубы между корпусами, выше грузовой ватерлинии судна, заполняют балластные емкости водой, захватывают сваю и откачивают балласт.

Способ осуществляют следующим образом:

Для извлечения свай из грунта акватории целесообразно использовать крановые суда (катамараны, имеющие балластные цистерны), которые применяют при монтаже свайных оснований. На катамаран дополнительно устанавливают гидравлический захват, который располагают в носовой части палубы между корпусами судна, выше грузовой ватерлинии. Извлечение свай из грунта акватории осуществляют за счёт изменения плавучести судна, для чего балластные емкости заполняют водой, прочно захватывают сваю гидравлическим захватом и откачивают воду из балластных ёмкостей, при этом плавучесть увеличивается, судно всплывает и вытягивает сваю из грунта.

Пример 1: Плавсредство в виде катамарана, дополнительно оборудованное гидравлическим захватом, расположенным в носовой части палубы между корпусами выше грузовой ватерлинии судна загружали водой в балластные емкости и осаживали судно по грузовую ватерлинию, прочно обхватывали гидравлическим захватом выступающую из воды сваю и откачивали балласт из балластных емкостей, заставляя судно всплывать и вытягивать за собой сваю. Если высота подъема оказывалась недостаточной для полного извлечения сваи из грунта, гидравлический захват опускали ниже вдоль сваи и вновь закрепляли на ней, процесс повторялся до полного ее извлечения.

Наличие на судах грузоподъемных кранов позволяет складировать извлеченные сваи на палубе для их дальнейшей транспортировки на берег.

Положительный эффект: данный способ позволяет без отрицательного экологического воздействия на водную среду достаточно быстро извлекать сваи из грунта акватории и транспортировать их на берег.

Вывод: По сравнению с прототипом при извлечении свай из грунта не приходится генерировать автоколебания. Сваи извлекаются простым и удобным способом [18,19].

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАЩИТЫ БУРОВЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ РАЗРУШЕНИЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ ЛЕДЯНЫХ ПОЛЕЙ

Полезная модель относится к области нефтяной и газовой промышленности, в частности, к защите буровых объектов от разрушения при эксплуатации в море, на Северном Каспии, в ледовых условиях.

Техническая задача – создание простого, надежного и эффективного устройства для защиты буровых объектов от разрушения при движении ледяных полей.

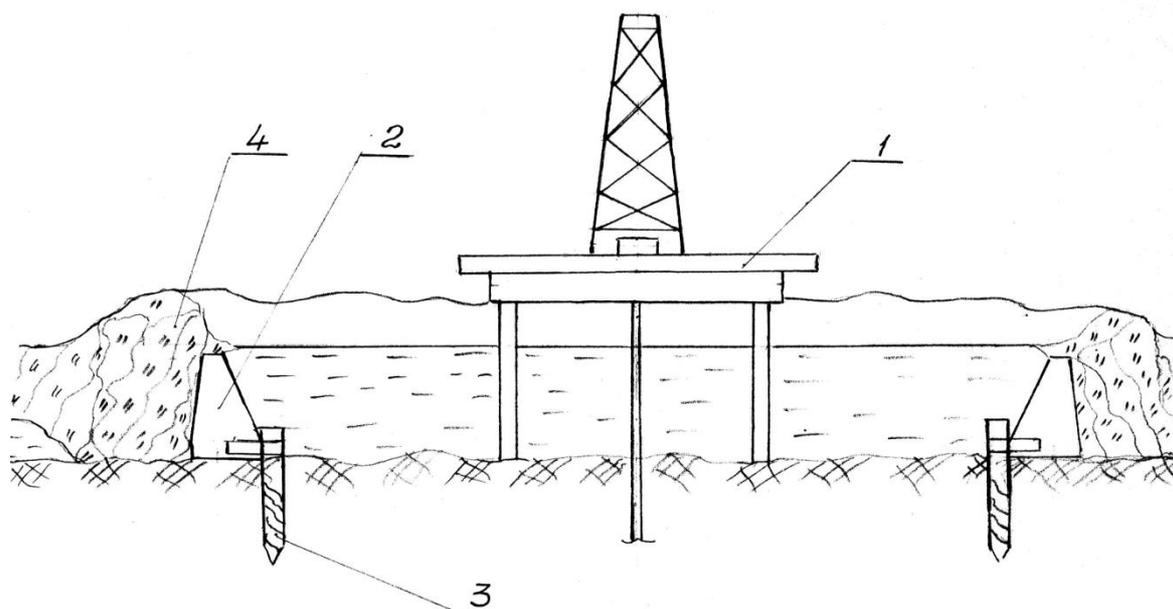
Технический результат – усовершенствование задач защиты от разрушения буровых объектов морской разведки и добычи.

Предлагаемое устройство решает задачу защиты от разрушения буровых объектов морской разведки и добычи. Характеризуется тем, что для эксплуатации в период ледообразования и дрейфа льда создают условия для образования

кольцевой стамухи перед буровым объектом, вокруг которого по периметру устанавливают защитный барьер, обеспечивающий торошение ледяного поля, при этом для крепления защитного барьера используют винтовые сваи с погружением их в грунт на 5-10 метров, фиксируют с их помощью защитный барьер на грунте по периметру бурового объекта и инициируют образование кольцевой стамухи (кольцевого тороса вокруг бурового объекта, сидящего на грунте).

Предлагаемое устройство изображено на рисунке 13.

Оно содержит: буровой объект 1, защитный барьер 2, состоящий из металлических щитов установленных на дне водоема, винтовых свай 3, кольцевая стамуха 4.



**Рис. 13. Устройство для защиты буровых объектов от разрушения при движении ледяных полей**

Устройство работает следующим образом: Вокруг бурового объекта 1 устанавливают защитный барьер 2, обеспечивающий торошение ледяных полей, и закрепляют его четырьмя-шестью винтовыми сваями 3, которые обеспечивают надежную фиксацию защитного барьера на дне, углубляя их в грунт на 10 метров или более, в зависимости от плотности грунта, и инициируют образование кольцевой стамухи 4 вокруг бурового объекта 1. Дрейфующие под действием ветра ледяные поля, встречают на своем пути защитный барьер 2, расположенный вокруг бурового объекта 1, и ломаются. Из-за частой смены направлений ветра при всех типах зим (табл. 1) направление и скорость дрейфа льда в море также часто меняется, до 2-5 раз в сутки. Происходит торошение льда, при этом в результате многократной смены направлений ветра с учетом их повторяемости вокруг бурового объекта образуется кольцевая стамуха (кольцевой торос вокруг бурового объекта, сидящий на грунте), которая в дальнейшем защищает его от сдвига и разрушения.

**Таблица 1. Средняя повторяемость направлений ветра на Северном Каспии в типовые зимы, %**

Направление ветра, румбы	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	ШТИЛЬ
Суровая зима	10	20	20	9	4	8	13	14	2
Умеренная зима	6	11	21	15	5	7	15	14	6
Мягкая зима	7	12	20	19	6	7	11	8	10

Одновременно решается еще одна, очень важная проблема – обеспечение экологической безопасности вод Северного Каспия в результате возможных аварийных разливов нефти, поскольку кольцевая стамуха, образовавшаяся вокруг бурового объекта, обеспечивает надежную локализацию источника [20,21,22].

### **Результаты (Results)**

Разработаны технические средства для борьбы с авариями на водных объектах нефтедобывающей промышленности. Все рассмотренные в данной статье технические средства зарегистрированы в Государственных реестрах изобретений и полезных моделей РФ, получены патенты. Патентообладателями данных изобретений и полезных моделей являются Астраханский государственный технический университет и Астраханский государственный университет.

### **Обсуждение и заключение (Discussion and Conclusion)**

Описанные в данной статье технические проекты и решения прошли серьезное обсуждение, как среди российских, так и зарубежных специалистов в области морской экологии и нефтедобывающей промышленности. Принципиально важными их преимуществами перед аналогами являются простота и надежность конструкции, отсутствие дорогостоящих материалов и оборудования при изготовлении и эксплуатации. Принцип действия технических средств основан на давно известных физических законах и природных закономерностях, что гарантирует высокую надежность и эффективность их работы. При широком внедрении предлагаемые технические проекты и решения могут дать хороший экономический эффект, а самое главное – обеспечить бесперебойную работу водных объектов нефтедобывающей промышленности в сложных условиях природно-техногенного взаимодействия.

#### **Список используемых источников:**

1. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Плавающее средство для сбора нерастворимых жидкостей и мусора с поверхности воды // Патент России №2411323. 2011. Бюл. №4.
2. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Устройство для сбора нерастворимых жидкостей и мусора с поверхности воды // Materialy VII Mezdinarodni vedecko-prakticka konference "Zpravny vedecke ideje – 2011" (27rijna – 05 listopadu 2011 roku). Dil 20, Technike vedy.: Praha Publishing House "Education and Science" s.r.o. 2011. Str.23-26.
3. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Усовершенствованное плавающее средство для сбора нерастворимых жидкостей // Современные наукоемкие технологии №3, 2014. С.175-176.
4. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Устройство для предотвращения вылива нефти и нефтепродуктов из аварийного нефтепровода // Патент России №2436895. 2011. Бюл. №35.
5. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г., Бухарицин А.П., Беззубиков А.Г. Устройство для предотвращения вылива нефти и нефтепродуктов из аварийного трубопровода // Strategiczne pytania swiatowej nauki – 2012. Vol. 26. Ekologia Geografia I geologia: Przemysl. Nauka I studia, 2012. Str.32-34.

6. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Предотвращение аварийного вылива нефти и нефтепродуктов из повреждённого трубопровода // *Современные наукоемкие технологии* №3, 2014. С.173-174.
7. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г., Бухарицин А.П., Беззубиков А.Г. Устройство для предотвращения вылива нефти и нефтепродуктов из аварийного подводного нефтепровода // Патент России №2470113. 2012. Бюл. №35.
8. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г., Бухарицин А.П., Беззубиков А.Г. Устройство предотвращающее вылив нефти и нефтепродуктов из аварийного подводного нефтепровода // *Межвузовский сборник научных трудов "Актуальные проблемы современной науки" с материалами XI Юбилейной телеконференции. Том 2, №2, 2013. Томск, 2013. С.107-109.*
9. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г., Бухарицин А.П., Беззубиков А.Г. Предотвращение аварийных разливов из подводного нефтепровода // *Современные наукоемкие технологии* №3, 2014. С.174-175.
10. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Установка для подъёма жидкости из скважины // Патент России №2481500. 2013. Бюл. №13.
11. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Установка для подъёма жидкости из скважины // *Современные наукоемкие технологии* №3, 2014. С.178.
12. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г., Ветрова А.А. Способ редуцирования давления природного газа // Патент России №2472062. 2013. Бюл. №1.
13. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г., Ветрова А.А. Способ редуцирования давления природного газа // *Межвузовский сборник научных трудов "Актуальные проблемы современной науки" с материалами XI Юбилейной телеконференции. Том 2, №2, 2013. Томск, 2013. С.109-110.*
14. Бухарицин, Л.Г. Беззубиков, А.А. Ветрова Новый способ редуцирования давления природного газа // *Современные наукоемкие технологии* №4, 2014. С.170-171.
15. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Грузовая система наливного судна // Патент России №2401765. 2010. Бюл. №29.
16. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Усовершенствованная грузовая система наливного судна // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований* №6, 2011. С.40-41.
17. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Грузовая система наливного судна // *Современный мир, природа человек. Межвузовский сборник научных работ с материалами трудов участников V Международной телеконференции «Фундаментальные науки и практика» Т.2, №1, 2011. Томск, 2011. С.102-103.*
18. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г., Бухарицин А.П., Беззубиков А.Г., Аксенов В.Ф. Способ извлечения свай из грунта акватории // Патент России №2493326. 2013. Бюл. №26.
19. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г., Бухарицин А.П., Беззубиков А.Г., Аксёнов В.Ф. Способ извлечения свай из грунта мелководных акваторий // *Международный журнал экспериментального образования* №12 (часть 5), 2015. С.675-676.
20. Бухарицин П.И. Способ и устройство защиты буровых объектов от разрушения при движении ледовых полей // Тезисы докладов Девятой Международной конференции «Российское судостроение и судоходство, деятельность портов, освоение океана и шельфа» Нева-2007. (Россия, г. Санкт-Петербург, 24-27 сентября 2007г.). С-Пб., 2007. С. 69-71.
21. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Устройство для защиты буровых объектов от разрушения при движении ледяных полей // Патент России №79611. 2009. Бюл. №1.
22. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Способ и устройство защиты буровых объектов от разрушения при движении ледяных полей. Основные закономерности формирования ледяного покрова северной части Каспийского моря // *Морская биржа. 2008. № 4(26). С. 58-61.*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.069

Поступила (Received): 24.10.2016

**Бухарицин П.И., Русанов Н.В., Беззубиков Л.Г.  
Создание паромного комплекса – реальный путь  
оптимизации транспортных потоков в городе  
Астрахани и на территории области**

**Buharitsin P.I., Rusanov N.V., Bezzubikov L.G.  
Creation ferry complex – a real way to optimization transport  
flow in city Astrahan and on territory of the area**

Территория Астраханской области находится в низовьях одной из крупнейших рек России – Волги. Дельту Волги пересекают многочисленные рукава, протоки, образуя целый архипелаг островов. Большинство населенных пунктов расположено на их берегах. Перемещаясь по территории области, люди вынуждены преодолевать большие расстояния, использовать несколько видов транспорта, водные переправы. Количество переправ из года в год сокращается из-за их убыточности и практически полного износа. Единой системы организации эффективной работы этой сферы водного транспорта, к сожалению, нет. Из-за отсутствия комплексного решения этой проблемы огромный жилой массив, расположенный на островах дельты, с населением более 30 тысяч человек, периодически оказывается отрезанным от материка и г. Астрахани. Предлагается простая, недорогая и надежная конструкция самоходных паромов, а также проектную организацию, которая может быстро и качественно разработать технический и рабочий проекты, а предприятия – изготовители в короткий срок построить небольшую серию (10-15 шт.) самоходных паромов, которые придут на замену отслужившим свой век паромам-ветеранам

**Ключевые слова:** дельта Волги, водные переправы, создание паромного комплекса

**Бухарицин Петр Иванович**

Доктор географических наук, ведущий научный сотрудник

Астраханская Группа по исследованию экологических проблем дельты реки Волги  
Института водных проблем РАН  
г. Астрахань, ул. Татищева, 16

The Territory Astrahan area is found in lower reached of one of the the most largest rivers to Russia – a Volga. The Delta of the Volga cross the multiple sleeve, channels, forming whole archipelago frame. The Majority of the populated points is located on their coast. Moving on territory of the area, people have to overcome the greater distances, use several types of the transport, water crossing. The Amount rotted from year per annum grows shorter because of their убыточности and practically wear-out. The United system to organizations of the efficient work of this sphere of the water transport, regrettably, no. For want of complex decision of this problem enormous dwelling array, located on island of the delta, with population more than 30 thousand people, seasonly turns out to be to be cut from mainland and Astrahan. It Is Offered simple, inexpensive and reliable design selfpropelled ferry, as well as design organization, which can quickly and qualitative to develop technical and detailed design, but of the enterprise – a manufacturers at short period to build the small series (10-15 items) selfpropelled ferry, which will add on change ed its age ferry-veteran

**Key words:** delta of the Volga, water crossing, creation ferry complex

**Buharitsin Petr Iwanowitch**

Doctor of Geographical Sciences, Leadinging Researcher

Astrahan Group on study of the ecological problems of the delta yard Volga of the Institute of the water problems by WOUNDS  
Astrahan, Tatischeva st., 16

**Русанов Николай Васильевич**  
г. Астрахань

**Rusanov Nikolay Vasilyevich**  
Astrahan

**Беззубиков Лев Германович**  
Кандидат технических наук  
г. Астрахань

**Bezzubikov Lev Germanovich**  
Candidate of Technical Sciences  
Astrahan

### ***Введение (Introduction)***

Территория Астраханской области, особенно ее дельтовая и пойменная части, изрезаны множеством рукавов веерообразно расходящихся от вершины дельты Волги и города Астрахани на юго-запад, юг, юго-восток. Это обстоятельство предопределило традиционное расположение населенных пунктов и транспортных связей всего региона в целом.



***Рис. 1. Памятная доска на 17-й Набережной р. Волги в Астрахани. Напоминание о том, как важна была проблема переправ через Волгу в суровые годы войны***



***Рис. 2. Один из новых мостов, построенных в дельте Волги***

Все автодороги области расположены вдоль рек, т.е. радиально. Кольцевое соединение этих дорог практически отсутствует, несмотря на то, что за последние годы и построено много мостов.

Поэтому поездка на автомобиле (а это сегодня основной вид транспорта) из одного населенного пункта в другой, расположенных даже на расстоянии 10 км необходимо проехать более 100 км, причем почти всегда через паромные переправы.

В недавнем прошлом по десяткам судоходных рукавов Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги, регулярно по расписанию, перевозились пассажиры на крылатых ракетах, метеорах, речных трамвайчиках и т.д. Сегодня ничего этого практически нет.



**Рис. 3. Пассажирская «Ракета» – скоростной и комфортабельный теплоход на подводных крыльях**

Если раньше почти каждый житель населенных пунктов поймы и дельты Волги имел свое плавсредство, в том числе с мотором, и мог самостоятельно проехать в соседнее поселение, то сейчас, дороговизна бензина, жесткие требования к оснащению даже малых плавсредств предметами безопасности и другие сложности вынудили жителей отказаться от этих возможностей.



**Рис. 4. Типичная для дельты Волги лодка с мотором**

Перемещаясь по территории области, люди вынуждены преодолевать большие расстояния, использовать несколько видов транспорта, платные паромные переправы, плюс необустроенное ожидание, потеря времени и т.д.



**Рис. 5. Повседневная жизнь многих астраханцев неразрывно связана с работой паромных переправ**

Все это очень дорого обходится семейному бюджету и здоровью местного населения.



**Рис. 6. Работа паромной переправы в районе поселка Трудфронт приостановлена из-за прохода каравана судов под проводкой ледокола и люди, с риском для жизни, переправляются на другой берег на непригодном для перевозки пассажиров маленьком буксире**

Количество паромных переправ из года в год сокращается из-за их убыточности и практически полного износа. Единой системы организации эффективной работы этой сферы водного транспорта, к сожалению, нет. Число личных транспортных средств у населения растет темпами, многократно превышающими темпы строительства мостов, а парк паромов сокращается, что, особенно в зимний период, сопряжено с серьезными последствиями.

### **Материалы и методы (Materials and Methods)**

Из-за отсутствия комплексного решения этой проблемы огромный жилой массив (с. Житное, Мумра, Трудфронт и др.), расположенный на островах

дельты, с населением более 30 тысяч человек, периодически оказывается отрезанным от материка и г. Астрахани.



**Рис. 7. Многие населенные пункты в дельте Волги расположены на островах, на разных берегах водотоков, что также создает для жителей массу проблем, т.к. места работы, детские и медицинские учреждения, школы и больницы находятся на разных берегах**

Преодолевать водную преграду и взрослым и детям приходится по несколько раз в день. Нередко зимой, в период крепких морозов, а также в периоды весенних половодий эти поселения неделями не получают необходимого продовольствия, медицинской помощи, служб МЧС, люди не попадают на работу, учебу и т.д., либо вынуждено преодолевают трассу, после прохода каравана судов, с риском для здоровья и жизни.



**Рис. 8. Местные жители «форсируют» водную преграду с риском для здоровья и жизни**

Имеющиеся автопаромные переправы, которые и раньше с трудом обеспечивали зимой регулярное сообщение между берегами Волго-Каспийского мор-

ского судоходного канала (продолжение рукава Бахтемир), оказались совершенно непригодными для работы в современных условиях зимних навигаций, при подвижках льда и заторах, создаваемых при проводке караванов судов линейными ледоколами. В отдельные зимние периоды из-за сложных ледовых условий паромы вынуждено простаивали в течение длительного времени. При отсутствии обустроенных залов ожидания, люди были вынуждены либо длительное время находиться на ветру и морозе, либо сжигать бензин, обогревая салоны своих автомобилей.



*Рис. 9. Ледокол осуществляет проводку каравана судов*

Огромные непроизводительные расходы судовладельцев и др., связанные с ростом продолжительности ледокольных проводок отрицательно влияют на привлекательность и конкурентоспособность маршрута. Связано это с тем, что мощные ледоколы вынуждены на 5-10 и более часов покидать караван в 15-20 судов и возвращаться к парому, чтобы расчистить его майну, и, только после этого, продолжать проводку. Причем условия работы ледокола по разработке майны самые неблагоприятные, ведущие к быстрому износу его винто-рулевого комплекса. Таких переправ на ВКМСК – три. (Маячное Трудфронт, Харбай). Количество судопроходов в год по ВКМСК превышает 4 000 в год (т.е. 10-20 ед. в сутки), что существенно снижает эффективность работы существующих паромов в зимний период.

Попытки решения этой проблемы с моряками и автодорожниками результатов пока не дали. Усугубляет положение еще и следующее:

1. Интенсивный рост автоперевозок через Астрахань по транспортной схеме Восток-Запад.

2. Недостаточная эффективность решения по так называемому «Южному обходу».

3. Дальняя перспектива по строительству еще одного моста через Волгу, обеспечивающего проезд в обход г. Астрахани.

4. Дороговизна транспортной схемы, в которой оказались, в силу изложенного, жители поселков понизовья, сделало невыгодным создание и функционирование межпоселковых производств по переработке продукции животноводства, сельского хозяйства, добычи рыбы и ее переработки, учреждений меди-

цины, образования, науки, спорта, торговли, применении техники при проведении работ по освоению местных стройматериалов, сенокосных угодий на островах, развитию отдыха и туризма и т.д.

5. Наиболее целесообразным решением этой проблемы и частичной разгрузки улиц г. Астрахань, в т.ч. и от тяжеловесного автотранспорта, вынужденного перемещаться на правый берег Волги только через улицы города и мосты является создание паромной переправы Стрелецкое – Караагаш, т.к. на проектирование и строительство третьего моста через Волгу потребуется много средств и времени. На переправе можно использовать два парома, которые могут выполнять до 50 круговых рейсов в сутки каждый (т.е. до 1500 автомобилей). Эта переправа решит не только проблему разгрузки улиц города, но и будет в будущем хорошим подспорьем при строительстве моста, обеспечивая круглогодичную эксплуатацию т.к. находится в зоне действия линейных ледоколов. Срок проектирования и строительства паромов на местных судостроительных предприятиях можно, при необходимости, сократить до 1,5-2 лет.

6. В целом, вопрос паромных переправ назрел настолько, что можно ожидать социального взрыва, т.к. проблемы, изложенные выше, серьезно не решаются.

На наш взгляд проблема настолько масштабная по всем направлениям, что срочно необходимо создание специальной службы водных переправ, сделав ее одним из подразделений Министерства жизнеобеспечения и экологической безопасности населения области, а не Минтранса, у которого несколько другие задачи.



**Рис. 10. В настоящее время на территории Астраханской области функционирует около 20 паромных переправ с морально и физически устаревшими несамоходными паромами, движущимися с помощью судна-буксира по натянутому между берегами тросу**

Если руководство Астраханской области серьезно заинтересовано в решении этих проблем, то мы готовы предложить простую, недорогую и надежную конструкцию самоходных паромов, а также проектную организацию, которая может быстро и качественно разработать технический и рабочий проекты, а

астраханские предприятия – изготовители в короткий срок построить небольшую серию (10-15 шт.) самоходных паромов, которые придут на замену отслужившим свой век паромам-ветеранам.

Предлагаемый проект также предусматривает и создание береговых конструкций, обеспечивающих работу паромов во время весенних половодий, которые будут снабжены автоматизированными швартовными устройствами и др.

### **Результаты (Results)**

#### **САМОХОДНЫЙ ПАРОМ**

Изобретение относится к области судостроения, а именно к речным паромным переправам, в частности к самоходным плавучим средствам для перевозки через реки, каналы, протоки автотранспорта, сельскохозяйственной и военной техники, домашних животных и пассажиров с возможностью работы в ледовых условиях.

Известен паром, содержащий водоизмещающий корпус, включающий в себя два моторных звена, оснащённых двигательными комплексами, моторные звенья соединены между собой носовыми оконечностями, при помощи стыковых узлов, аппарели, установленные поперёк водоизмещающего корпуса в средней его части, при этом торцы аппарелей прикреплены к бортам водоизмещающего корпуса посредством шарнирно-разъёмных соединений (патент RU 2070131, 1996г.).

Недостатком данного изобретения являются необходимость сборки его на плаву и невозможность работы в ледовой обстановке.

Наиболее близким к заявленному, является самоходный паром Д.Р. Джаброва (патент RU 2238213, 2004г.), содержащий понтон с размещёнными на нём аппарелями, трособлочными устройствами и движителем для перемещения по канату, натянутому поперёк реки и закреплённому концами на её берегах, и снабжён смонтированным на обносе опорно-поворотным устройством с установленным на нём подвесным мотором с возможностью поворота на 360 градусов относительно вертикальной оси.

Недостатком данного изобретения являются возможность работы только в определённом месте по натянутому канату и невозможность работы в ледовых условиях.

Технической задачей заявленного изобретения является работа самоходного парома в ледовой обстановке и возможность его перемещения в любой район акватории.

Технический результат заявленного авторами самоходного парома достигается тем, что понтон имеет ледокольные оконечности и аппарели (одинаковые на носу и корме) с подруливающими устройствами, ледовый пояс в районе переменной ватерлинии, главный двигатель, установленный в средней части понтона и через трансмиссии соединённый с гребными колёсами, расположенными в нишах для колёс с прорезями, исключающими попадание крупных льдин к гребным колёсам, при этом гребные колёса вращаются независимо друг от друга.

Технический результат достигается также тем, что в ниши гребных колёс подаётся теплоноситель.

На фиг. 1 изображён самоходный паром вид с боку.

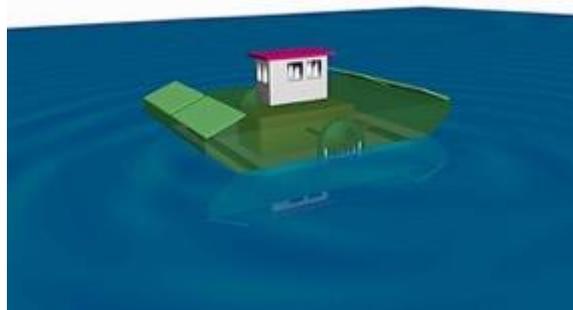
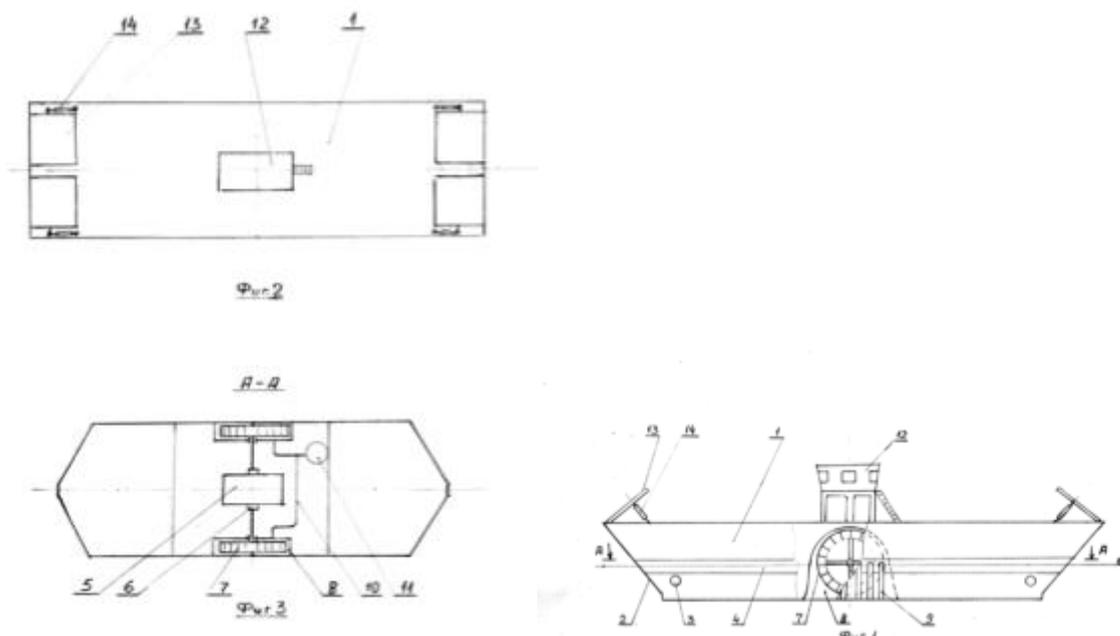


Рис. 11. Макет самоходного парома



На фиг. 2 вид сверху фиг. 1.

На фиг. 3 разрез А-А фиг.1.

Самоходный паром содержит понтон 1 с ледокольными оконечностями 2 и подруливающими устройствами 3, ледовый пояс в районе переменной ватерлинии 4, главный двигатель 5 с трансмиссиями 6, гребные колёса 7 в нишах 8 с прорезями 9, трубопровод подачи теплоносителя 10 и источник теплоносителя 11. На палубе понтона расположена рубка 12 и аппарели 13 с гидроцилиндрами 14.

Работу парома осуществляют гребные колёса 7, расположенные в нишах 8 с прорезями 9, исключая попадание крупных льдин к гребным колёсам. Главный двигатель 5 через трансмиссии 6 передаёт независимое друг от друга вращение гребных колёс, что позволяет осуществлять движение и повороты парома в любом направлении.

Подруливающие устройства 3 также обеспечивают (и улучшают) маневренность парома.



**Рис. 12. Патент на изобретение  
«Самоходный паром»**

Теплоноситель позволяет при необходимости обеспечивать освобождение гребных колёс и их вращение при вмерзании в лёд.

Ледокольные оконечности и ледовый пояс обеспечивают работу парома при наличии ледяного покрова, что является очень важным преимуществом при транспортировке людей и техники в зимних условиях на многих реках РФ, а возможность движения парома как вперед, так и назад, без буксира и натянутого поперек реки троса, делает паром практически универсальным транспортным средством.

В безлёдный же период самоходный паром может перевозить людей и грузы как поперёк, так и вдоль реки и осуществлять погрузку и выгрузку в любом нужном месте даже на необорудованном участке берега.

### ***Обсуждение и заключение (Discussion and Conclusion)***

Рассмотренное в данной статье техническое средство зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ, получен патент. Патентообладателями данного изобретения являются авторы данной статьи. В настоящее время ведутся поиски источников финансирования проекта.

**Список используемых источников:**

1. Русанов Н.В., Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Самоходный паром // Патент России №2596044. 2016. Бюл. №24.

---

© 2016, Бухарицин П.И., Русанов Н.В., Беззубиков Л.Г.  
Создание паромного комплекса – реальный путь  
оптимизации транспортных потоков в городе  
Астрахани и на территории области

---

© 2016, Buharitsin P.I., Rusanov N.V., Bezzubikov L.G.  
Creation ferry complex – a real way to optimization  
transport flow in city Astrahan and on territory of the  
area

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.080

Поступила (Received): 24.10.2016

**Васильев А.Е.**  
**Защита конфиденциальной информации**  
**при помощи технологий DLP**

**Vasiliev A.E.**  
**Protection of confidential information by using DLP technology**

*О защите конфиденциальных данных заговорили еще достаточно давно. Многие специалисты старались обеспечить надежную защиту важной информации. Но только с появлением современных систем надежной защиты информации DLP это стало вполне возможным на практике. Защита конфиденциальной информации при помощи технологий DLP – это очень практично, удобно и современно. Данная система дает прекрасную возможность защитить свои информационные ресурсы от взлома*

**Ключевые слова:** информация, защита информации, конфиденциальная информация, шифрование, DLP, компьютер

**Васильев Алексей Евгеньевич**

Студент

Омский государственный технический университет

г. Омск, пр. Мира, 11

*On the protection of confidential data even talking for a long time. Many experts have tried to ensure reliable protection of important information. But only with the advent of modern systems of reliable information protection DLP it was quite possible in practice. Protection of confidential information by using DLP technology is very practical, comfortable and modern. This system provides an excellent opportunity to protect their information resources from hacking*

**Key words:** information, data protection, confidential information, encryption, DLP, PC

**Vasiliev Aleksey Evgenevich**

Student

Omsk state technical university

Omsk, Mira ave., 11

На сегодняшний день защита информации при помощи систем DLP – это надежно и современно. Но первоначально с этим способом защиты данных были некоторые сложности в использовании. Защита при помощи систем DLP была надежной, но при этом персональному компьютеру было сложно определить, какая информация является конфиденциальной, а какая общедоступной для пользователей. Сейчас же система автоматически сортирует разнообразные данные на важные и не очень важные, а администратору остается только выполнить шифрование важной информации. Имеется возможность настроить персональный компьютер на высокую скорость выполнения данной операции.

Сейчас система защиты данных на базе DLP применяется для исключения утечек разнообразной информации, которую администратор может сортировать по степени важности.

*Преимущества и недостатки систем защиты информации*

Система защиты данных DLP имеет большое число достоинств, но также есть у нее и незначительные недостатки. Большое число производителей считает данную систему очень надежной и перспективной в развитии.

Подобные технологии можно разделить на 2 основных типа, таких как:

– Лингвистический:

Использование стоп-слов («секретно», «конфиденциально» и тому подобных) для блокировки исходящих электронных сообщений в почтовых серверах можно считать прародителем современных DLP систем. Конечно, от злоумышленников это не защищает – удалить стоп-слово, чаще всего вынесенное в отдельный гриф документа, не составляет труда, при этом смысл текста несколько не изменится. Большинство современных систем лингвистического анализа используют не только контекстный анализ (то есть в каком контексте, в сочетании с какими другими словами используется конкретный термин), но и семантический анализ текста. Эти технологии работают тем эффективнее, чем больше анализируемый фрагмент. На большом фрагменте текста точнее проводится анализ, с большей вероятностью определяется категория и класс документа. При анализе же коротких сообщений (SMS, интернет-пейджеры) ничего лучшего, чем стоп-слова, до сих пор не придумано. Автор столкнулся с такой задачей осенью 2008 года, когда с рабочих мест многих банков через мессенджеры пошла в Сеть тысячи сообщений типа «нас сокращают», «отберут лицензию», «отток вкладчиков», которые нужно было немедленно заблокировать у своих клиентов.

– Статистический:

Задача компьютерного поиска значимых цитат заинтересовала лингвистов еще в 70-х годах прошлого века, если не раньше. Текст разбивался на куски определенного размера, с каждого из которых снимался хеш. Если некоторая последовательность хешей встречалась в двух текстах одновременно, то с большой вероятностью тексты в этих областях совпадали. Статистические технологии относятся к текстам не как к связной последовательности слов, а как к произвольной последовательности символов, поэтому одинаково хорошо работают с текстами на любых языках. Поскольку любой цифровой объект – хоть картинка, хоть программа – тоже последовательность символов, то те же методы могут применяться для анализа не только текстовой информации, но и любых цифровых объектов. И если совпадают хеши в двух аудиофайлах – наверняка в одном из них содержится цитата из другого, поэтому статистические методы являются эффективными средствами защиты от утечки аудио и видео.

Эти два способа очень удобны и практичны в использовании. Но применение одного из них имеет как положительные, так и отрицательные моменты.

Одними из самых первых DLP систем многие специалисты считают использование определенных стоп-слов, которые очень быстро производят полную блокировку доступа определенных пользователей к рабочей системе с информационными данными. Но у подобного метода организации защиты данных есть недостаток. Взломщик компьютерной системы имеет возможность исключить часто используемые и распространенные в данных системах специальные стоп-слова и получить доступ к конфиденциальным данным.

Свойства информации полностью сохраняются в качественном эквиваленте и просты для использования. Если в помещении имеется звуковое устройство для прослушивания, тогда, чтобы исключить кражу информации ставится жучок, который находит устройство. Так в подобных системах и происходит определение опасности в случае защиты важных данных. Еще совсем недавно использовались специализированные e-mail фильтры. Сейчас, когда технологии значительно усовершенствовались, любой пользователь может установить антивирусную программу или программу для осуществления защиты от нежелательного спама. Подобные системы работают по технологии DLP с использованием стоп-слов, что очень удобно и практично в использовании.

**Список используемых источников:**

1. Малюк А.А. Информационная безопасность: концептуальные и методологические основы защиты информации. М.: Горячая Линия-Телеком, 2004.
2. Астахов А. Разработка эффективных политик информационной безопасности // ИТ Директор. 2005.
3. Васенин В.А. Информационная безопасность и компьютерный терроризм // Научные и методологические проблемы информационной безопасности. М.: МЦНМО, 2004.

---

© 2016, Васильев А.Е.

*Защита конфиденциальной информации при помощи технологий DLP*

---

© 2016, Vasiliev A.E.

*Protection of confidential information by using DLP technology*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.083

Поступила (Received): 02.10.2016

**Веретенникова Е.Г., Савельева Н.Г.**  
**Автоматизация градостроительной деятельности**  
**на территории муниципальных образований**

**Veretennikova E.G., Savelieva N.G.**  
**Automation of urban activities on the territory**  
**of municipal formations**

*Статья посвящена вопросам автоматизации деятельности муниципальных образований в области градостроительства и содержит построенные в нотации UML диаграммы модели информационной системы в заявленной области*

**Ключевые слова:** автоматизация, моделирование, градостроительная деятельность

*Article is devoted questions of automation of activity of municipalities in urban development and contains a built in notation UML diagrams model the information system in the field claimed*

**Key words:** automation, modeling, urban planning

**Веретенникова Елена Григорьевна**

Доцент

Ростовский государственный экономический университет

г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 69

**Veretennikova Elena Grigorievna**

Associate Professor

Rostov state economic university

Rostov-on-Don, Bolshaya Sadovaya st., 69

**Савельевна Наталья Григорьевна**

Доцент

Ростовский государственный экономический университет

г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 69

**Savelieva Natalia Grigorievna**

Associate Professor

Rostov state economic university

Rostov-on-Don, Bolshaya Sadovaya st., 69

Основными задачами муниципальных учреждений в области градостроительной деятельности являются [1,2]:

- организация разработки и реализации градостроительной документации о градостроительном планировании развития территорий;
- обеспечение органичного сочетания архитектурных решений зданий и сооружений с существующими застройками;
- экологически безопасное развитие населённых пунктов.

Данные учреждения могут выполнять следующие виды работ и услуг:

- подготавливать градостроительные и технические задания для разработки градостроительной и проектной документации;
- подготавливать градостроительные заключения и соответствующие графические материалы при предоставлении и изъятии земельных участков;
- разрабатывать градостроительное обоснование местоположения объектов;

– осуществлять сбор, систематизацию, учет, хранение и использование материалов проектно-планировочных и изыскательских работ.

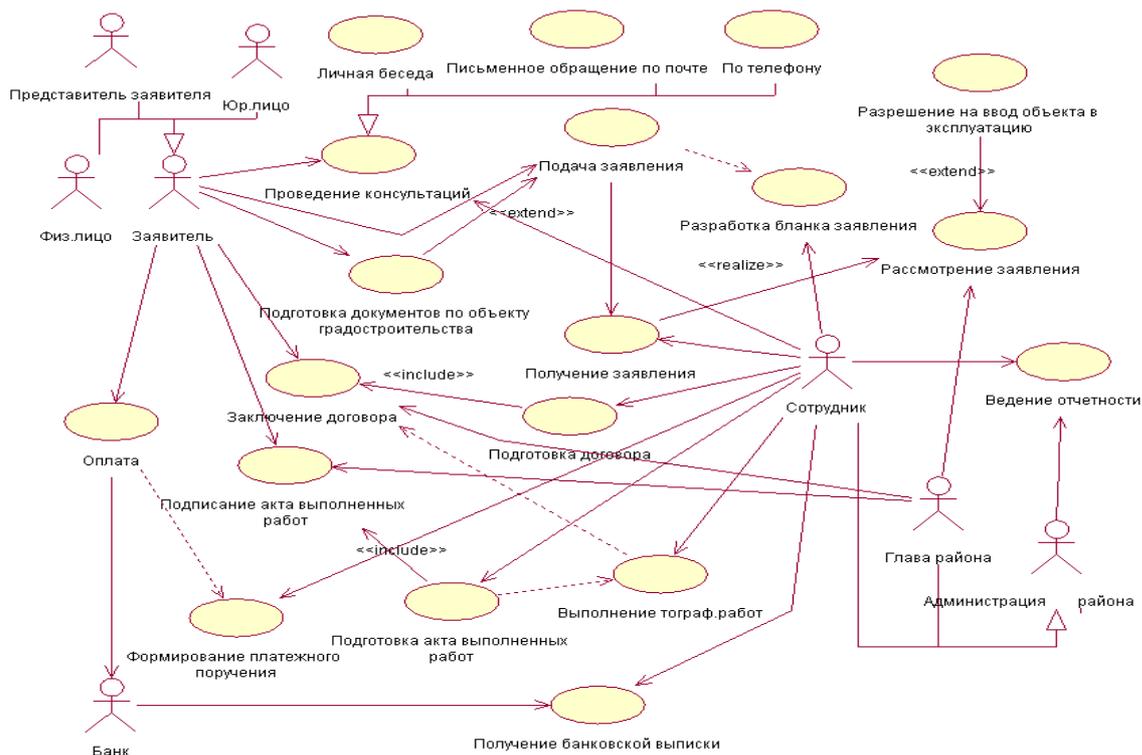
Результатом предоставления муниципальной услуги является выдача разрешения на ввод объекта в эксплуатацию. Заявителем или получателем муниципальной услуги являются – юридические лица и физические лица.

Для оформления разрешения на ввод объекта в эксплуатацию необходимо физическому или юридическому лицу обратиться в учреждение с заявлением в письменной форме [3]. Бланк заявления установленной формы предоставляется заявителю сотрудниками отдела архитектуры и градостроительства. К заявлению прилагаются следующие документы: правоустанавливающие документы на земельный участок, градостроительный план земельного участка, разрешение на строительство и другие документы.

Получение юридическими и физическими лицами консультаций по процедуре предоставления муниципальной услуги может осуществляться посредством личного обращения, по телефону и посредством письменных обращений по почте.

Существует множество технологий и инструментальных средств, с помощью которых можно реализовать в некотором смысле оптимальный проект информационной системы (ИС) по автоматизации градостроительной деятельности. Поддержку всех этапов жизненного цикла ИС обеспечивает язык UML и представляет для этого ряд графических средств – диаграмм.

Обобщенная модель функционирования системы в окружающей среде представлена на диаграмме прецедентов (рисунок 1), диаграмма прецедентов функции «Ведение отчетности» – на рисунке 2.



**Рис. 1. Главная диаграмма прецедентов ИС автоматизации деятельности в области градостроительства**

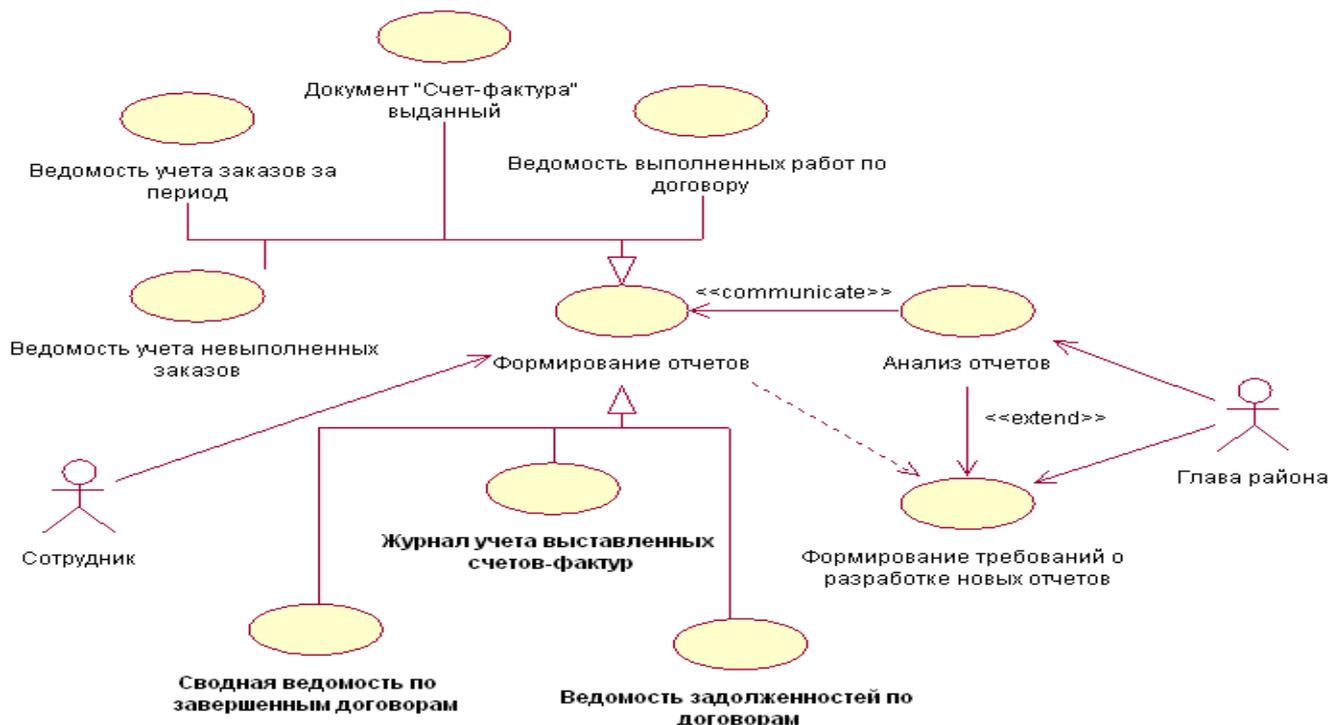


Рис. 2. Диаграмма прецедентов функции «Ведение отчетности»

Для описания поведения системы, включающего множество параллельных процессов, предназначена диаграмма деятельности (смотри рисунок 3). Диаграмма классов (рисунок 4) позволяют описать систему в статическом состоянии, т.е. определить типы объектов системы и различного рода статистические связи между ними.

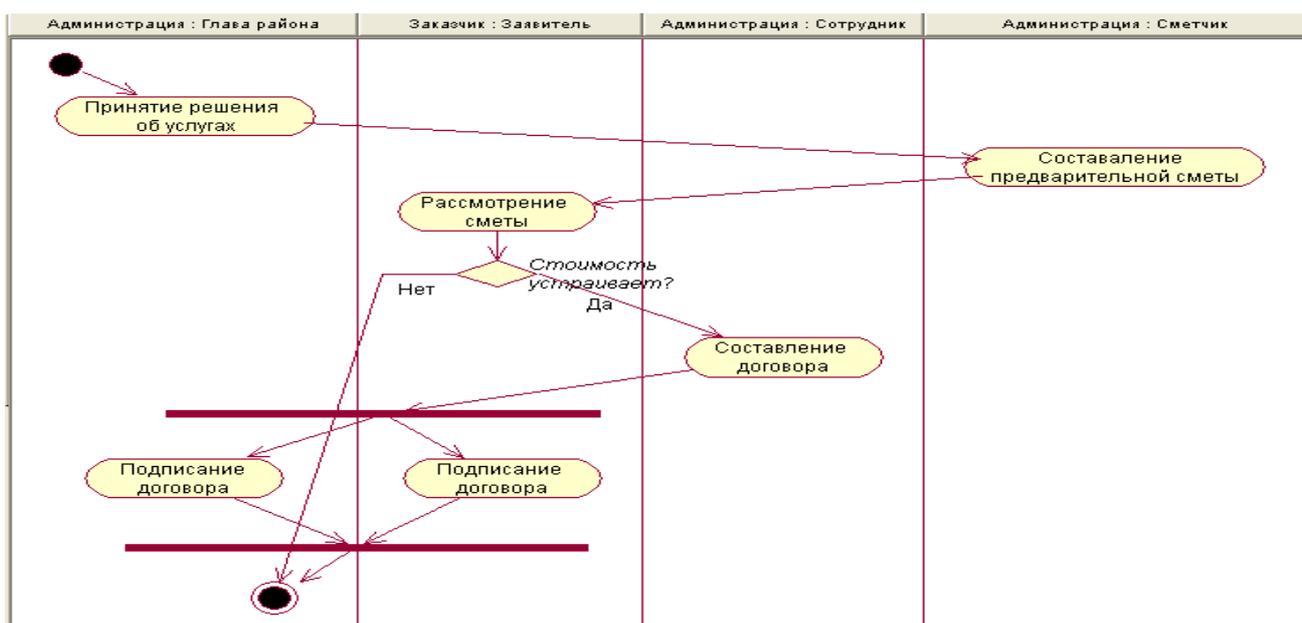


Рис. 3. Диаграмма деятельности процесса «Заключение договора»

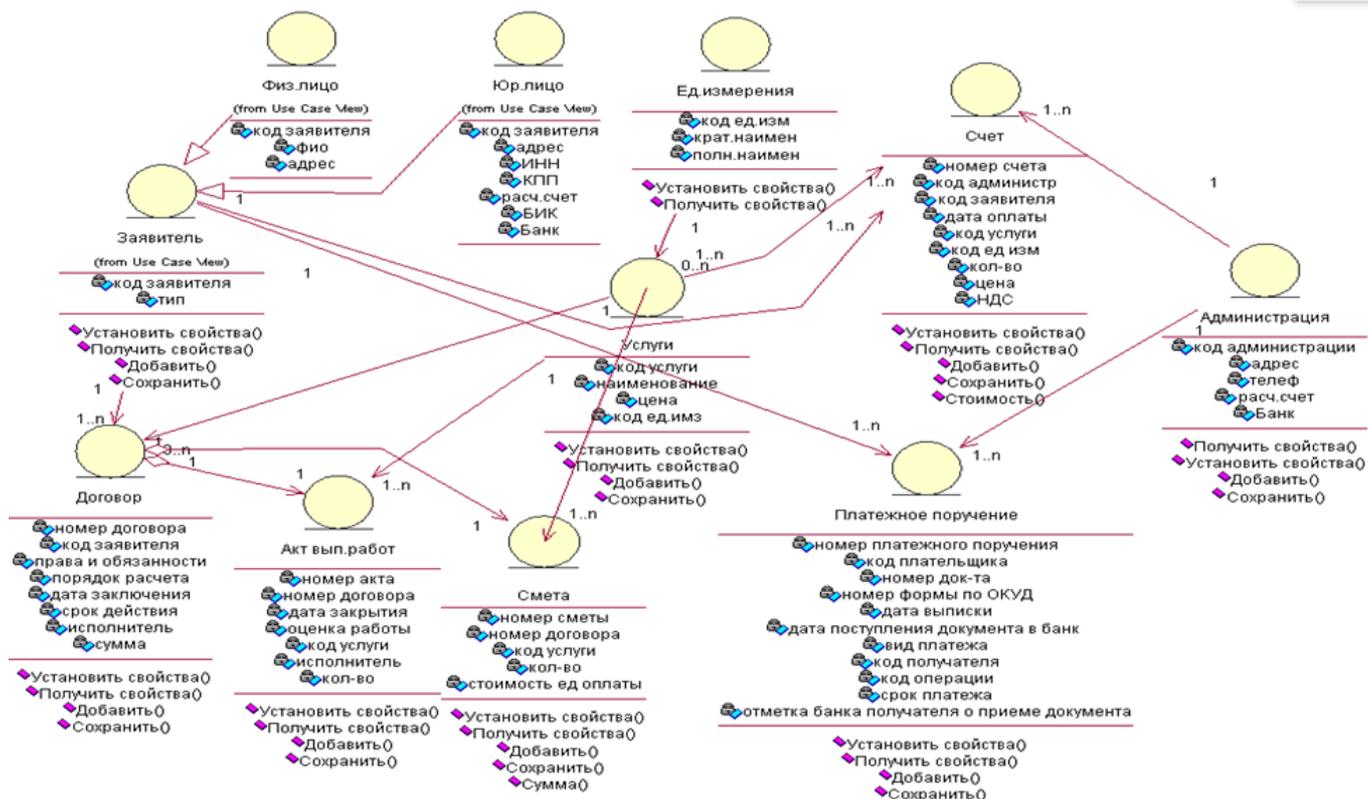


Рис. 4. Диаграмма классов стереотип Сущности

Визуальные модели позволяют лучше понять особенности процессов функционирования предприятия. Проанализировав построенные для модели системы диаграмм прецедентов, деятельности, классов можно перейти к разработке интерфейсов приложения и программной реализации проектируемой системы [2].

**Список используемых источников:**

1. Балдин К.В Информационные системы в экономике. М.: Дашков и К, 2015. 395 с.
2. Вдовин В.М., Суркова Л.Е. и др. Предметно-ориентированные экономические информационные системы. М.: Дашков и К, 2016. 388 с.
3. Залешина М.В. Информационные технологии в градостроительстве: вчера, сегодня, завтра // Территория и планирование, 2011, № 3(33). С.106-111.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.087

Поступила (Received): 03.10.2016

**Герасименко Е.М.**  
**Определение потока минимальной стоимости**  
**нечетком графе с учетом живучести**

**Gerasimenko E.M.**  
**Minimum cost flow defining in the graph with vitality**

*В данной статье представлена постановка задачи нахождения потока минимальной стоимости в нечетком графе с учетом заданной степени живучести и предложен метод ее решения на основе разработанного правила построения нечеткой остаточной сети. Описаны факторы, приводящие к нечеткой постановке задачи*  
**Ключевые слова:** нечеткий поток минимальной стоимости, степень живучести

*This paper presents problem statement of the minimum cost flow determining in fuzzy graph with given vitality degree and method of its solving based on the proposed rule of the fuzzy residual network constructing. Factors, leading to the fuzzy problem statements are described*

**Key words:** fuzzy flow of the minimum cost, vitality degree

**Герасименко Евгения Михайловна**  
Кандидат технических наук, ассистент  
Южный федеральный университет  
г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44

**Gerasimenko Evgeniya Michailovna**  
Candidate of Technical Sciences, Assistant  
Southern federal university  
Taganrog, Nekrasovskiy lane, 44

*Работа поддержана РФФИ, проект 16-01-00090 а*

### Введение

Среди потоковых задач, возникающих в транспортных сетях, особое место занимает задача нахождения потока минимальной стоимости. Решение данной задачи позволяет находить оптимальные по стоимости маршруты перевозки заданного или максимального количества единиц потока. Данная задача рассматривалась авторами [1-2], предлагавшими различные методы решения данной задачи: от графовых до методов линейного программирования. Несмотря на многочисленные разработанные методы решения данной задачи, все они сводятся к способу нахождения цепи минимальной стоимости, не учитывая нечеткий характер параметров сети. Так, при вычислении пропускных способностей дорог не учитываются погодные условия, в частности, снегопады, гололеды и пр., возможные ремонтные работы, пробки на дорогах, приводящие к изменению пропускных способностей. Ввиду уникальности постановок задач некоторые статистические данные, необходимые для вычисления пропускных способностей могут отсутствовать, что может быть вызвано строительством

новых дорог, ремонтом существующих, что делает невозможным сбор данных о количествах машин.

Стоимости перевозок также не могут быть точно измерены, так как на них влияют пробки на дорогах, состояние дорог, количество используемого горючего и т.п. К тому же не всегда заранее можно точно рассчитать стоимости, требуемые на проезд или перевозку, в большинстве случаев эти стоимости можно только оценить.

Таким образом, несмотря на существующие методики оценки пропускных способностей дорог, мы не можем задать данный параметр, а также параметр стоимостей перевозок в четком виде в силу специфики транспортных сетей. Для корректной оценки пропускных способностей и стоимостей их целесообразно представлять в виде нечетких данных. Следовательно, мы приходим к постановке задачи нахождения потока минимальной стоимости в нечетком графе [3-5].

При решении потоковых задач важно учитывать также параметр живучести [6], приписанный дугам сети. Применительно к транспортным сетям живучесть – способность объектов сети и связей между ними противостоять воздействию погодных условий, транспортных инцидентов и их сочетаний, а при повреждениях сохранять и восстанавливать (полностью или частично) сами объекты и их связи, пропускные способности участков сети. В некоторых случаях параметры сети задаются качественно. Так, при рассмотрении сетей дорог используется понятие «степень живучести» как вероятность безаварийной эксплуатации участка дороги, а также как некоторая субъективная величина, такая как важность, надежность и пр. Степень живучести изменяется от 0 до 1 и задается экспертом в зависимости от критериев оценки, например, от срока эксплуатации железнодорожного участка и длина участка, типа станции и пр.

Так, мы приходим к постановке задачи определения потока минимальной стоимости в нечетком графе с заданной степенью живучести.

### Постановка задачи

Необходимо найти минимальную стоимость перевозки заданного количества потока из источника  $s$  в сток  $t$ , так, чтобы степень живучести сети была не меньше заданной.

$$\sum_{(x_i, x_j) \in \tilde{A}} \tilde{c}_{ij} \tilde{\xi}_{ij} \rightarrow \min, \tag{1}$$

$$\sum_{x_j \in \Gamma(x_i)} \tilde{\xi}_{ij} = \sum_{x_k \in \Gamma^{-1}(x_i)} \tilde{\xi}_{ki} = \begin{cases} \tilde{\rho}, x_i = s, \\ -\tilde{\rho}, x_i = t, \\ \tilde{0}, x_i \neq s, t, \end{cases} \tag{2}$$

$$\tilde{\xi}_{ij} \leq \tilde{u}_{ij}, \forall (x_i, x_j) \in \tilde{A}. \tag{3}$$

$$\tilde{v}_{ij} \geq \tilde{v}_{req}, \forall (x_i, x_j) \in \tilde{A}. \tag{4}$$

В модели (1)-(4)  $\tilde{c}_{ij}$  – стоимость перевозки единицы потока по дуге  $(x_i, x_j)$ ;  $\tilde{\xi}_{ij}$  – нечеткая величина потока, протекающего по дуге  $(x_i, x_j)$ ,  $\tilde{\rho}$  – заданное не-

четкое значение потока, стоимость перевозки которого необходимо минимизировать;  $\tilde{u}_{ij}$  – максимальное количество потока, которое может протекать по дуге  $(x_i, x_j)$  (нечеткая пропускная способность),  $\tilde{v}_{ij}$  – нечеткая величина живучести, приписанная дуге  $(x_i, x_j)$ ,  $\tilde{v}_{req}$  – нечеткая требуемая величина живучести.

Для решения задачи будем использовать модифицированный алгоритм N. Tomizawa [7], преобразующий отрицательные стоимости перевозок с помощью потенциалов вершин  $\tilde{\pi}(x_i)$  в неотрицательные. Идея метода в том, что на каждом шаге построения нечеткой остаточной сети стоимости перевозок пересчитываются (будем называть такие стоимости приведенными), исходя из значений потенциалов, приписанных вершинам графа так, чтобы они были неотрицательными. В свою очередь, потенциалы вершин задаются с помощью нахождения длин кратчайших путей от источника к конкретной вершине.

Введем правило построения остаточной сети для решения поставленной задачи.

Правило 1 построения нечеткой остаточной сети для нахождения потока минимальной стоимости с нечеткими пропускными способностями, стоимостями и заданной степенью живучести

Строим нечеткую остаточную сеть  $\tilde{G}^\mu = (X^\mu, A^\mu)$ , где  $X^\mu = X$  – множество вершин нечеткой остаточной сети, совпадающее с множеством вершин  $X$  сети  $\tilde{G}$ , а  $A^\mu = \{ \langle \tilde{u}_{ij}^\mu / (x_i^\mu, x_j^\mu) \rangle \}$  – нечеткое множество ребер сети  $\tilde{G}^\mu$ , по следующим

правилам: для всех дуг, если 
$$\begin{cases} \tilde{\xi}_{ij} < \tilde{u}_{ij}, \\ \tilde{v}_{ij} \geq \tilde{v}_{req}, \end{cases}$$

то включаем соответствующую дугу в  $\tilde{G}^\mu$  с пропускной способностью  $\tilde{u}_{ij}^\mu = \tilde{u}_{ij} - \tilde{\xi}_{ij}$ , приведенной стоимостью  $\tilde{c}_{ij}^\mu = \tilde{c}_{ij} - \tilde{\pi}_i + \tilde{\pi}_j$ , где  $\tilde{c}_{ij}^\mu = \tilde{c}_{ij}$ . Для всех дуг,

если 
$$\begin{cases} \tilde{\xi}_{ij} > 0, \\ \tilde{v}_{ij} \geq \tilde{v}_{req}, \end{cases}$$

то включаем соответствующую дугу в  $\tilde{G}^\mu$  с пропускной способностью  $\tilde{u}_{ji}^\mu = \tilde{\xi}_{ij}$  и приведенной стоимостью  $\tilde{c}_{ji}^\mu = \tilde{c}_{ji} + \tilde{\pi}_i - \tilde{\pi}_j$ , где  $\tilde{c}_{ji}^\mu = -\tilde{c}_{ij}$ .

Таким образом, алгоритм сводится к последовательному нахождению цепей минимальной стоимости в нечеткой остаточной сети, построенной по правилу 1, до тех пор, пока не получим поток с заданным значением.

**Заключение.** В статье представлена постановка задачи нахождения потока минимальной стоимости в нечетком графе. Данная постановка позволяет учесть нечеткий характер параметров сети, а также обеспечить надежную перевозку благодаря учету живучести. Представлен метод решения данной задачи, в основе которого лежит правило построения остаточной сети.

**Список используемых источников:**

1. Ford L.R., Fulkerson D.R. *Flows in Networks*. Princeton University Press, Princeton, 1962.
2. Busacker R.G., Gowen P. *A procedure for determining a family of minimum-cost network flow patterns // Technical Report 15, Operations Research Office, John Hopkins University, 1961.*

3. Bozhenyuk A., Gerasimenko E., Rozenberg I. *The Task of Minimum Cost Flow Finding in Transportation Networks in Fuzzy Conditions // World Scientific Proc. Series on Computer Engineering and Information Science 7; Uncertainty Modeling in Knowledge Engineering and Decision Making – Proceedings of the 10th International FLINS Conference 2012*, p. 354-359.
4. Боженьюк А.В., Герасименко Е.М. *Разработка Алгоритма Нахождения Максимального Потoka Минимальной Стоимости в Нечеткой Динамической Транспортной Сети // Инженерный вестник Дона. 2013. Т. 24. № 1 (24). С. 104.*
5. Bozhenyuk A., Gerasimenko E., Rozenberg I. *The Methods of Maximum Flow and Minimum Cost Flow Finding in Fuzzy Network // CEUR Proceedings of the 2nd International Workshop on Concept Discovery in Unstructured Data 2012, CDUD 2012 – In Conjunction with the 10th International Conference on Formal Concept Analysis, «ICFCA 2012» 2012. P. 1-12.*
6. Frank H., Frisch I. T. *Communication, Transmission, and Transportation Networks*, Addison Wesley, 1971.
7. Tomizawa N. *On some techniques useful for solution of transportation network problems // Networks. 1971. Vol. 1. P. 173-194.*

---

© 2016, Герасименко Е.М.

*Определение потока минимальной стоимости  
нечетком графе с учетом живучести*

---

© 2016, Gerasimenko E.M.

*Minimum cost flow defining in the graph with vitality*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.091

Поступила (Received): 25.10.2016

## Гончаров В.Б., Харди́ков И.П., Харла́мов Е.В. Анализ рабочего оборудования бульдозера для разработки грунта

**Goncharov V.B., Khardikov I.P., Kharlamov E.V.  
Analysis bulldozer working equipment for excavation**

*Бульдозер представляет собой землеройно-транспортную машину циклического действия, состоящую из базовой машины и навесного бульдозерного оборудования*

**Ключевые слова:** бульдозер, рабочее оборудование, изобретение

*Bulldozer is a Earthmovers cyclic operation consisting of the base machine and attachments dozer equipment*

**Key words:** bulldozer, working equipment, invention

**Гончаров Владислав Борисович**

*Студент*

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46*

**Goncharov Vladislav Borisovich**

*Student*

*Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46*

**Харди́ков Иван Павлович**

*Студент*

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46*

**Khardikov Ivan Pavlovich**

*Student*

*Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46*

**Харла́мов Евгений Владимирович**

*Кандидат технических наук, доцент*

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46*

**Kharlamov Evgeniy Vladimirovich**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

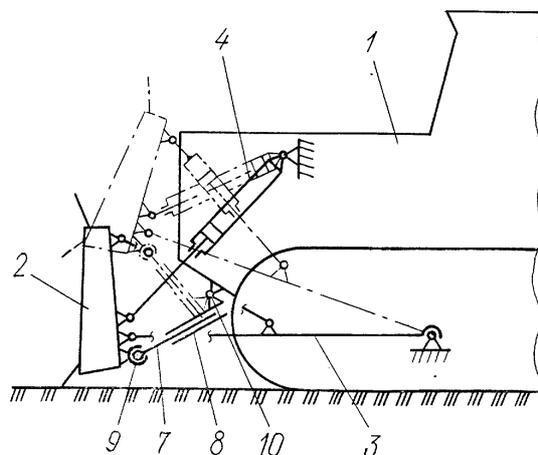
*Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46*

*Изобретение (патент РФ №2129192) относится к строительному машиностроению, а именно к бульдозерам.*

Задача, на решение которой направлено изобретение, повышение надежности бульдозера за счет уменьшения расстояния между отвалом и базовой машиной, а также снижение металлоемкости механизма компенсации.

Для решения этой задачи в бульдозере, содержащем базовую машину, отвал, толкающие брусья, гидроцилиндры управления и механизм компенсации, выполненный в виде двух соединенных между собой звеньев, свободные концы которых закреплены на отвале и базовой машине с помощью сферического и

горизонтального поперечного шарниров, звенья механизма компенсации соединены между собой посредством цилиндрической пары.

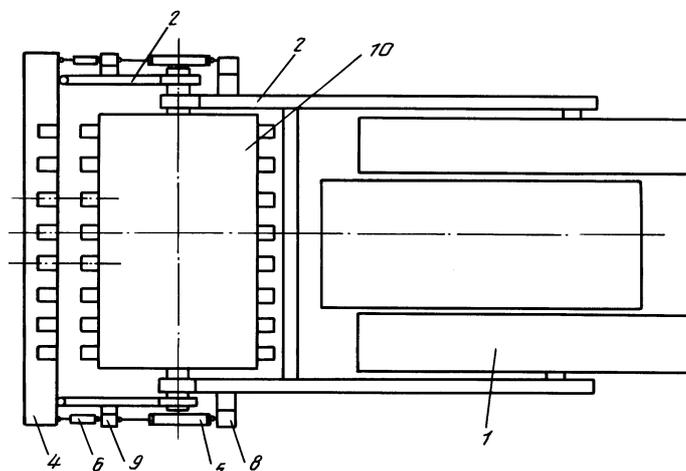


**Рис. 1. Рабочее оборудование бульдозера**

Предлагаемый механизм компенсации обеспечивает все основные операции при управлении отвалом: подъем, опускание, перекосы, а также надежно противодействует боковым реактивным силам [1-8]. При этом благодаря большой площади контакта звеньев цилиндрической пары существенно снижаются нагрузки на механизм компенсации, что наряду с упрощением конструкции механизма позволяет снизить его размеры и металлоемкость [9-11]. Максимальное приближение отвала к базовой машине позволяет повысить маневренность и производительность бульдозера, а также его надежность за счет снижения нагрузки на ходовую часть базовой машины.

Недостатком данного изобретения является сферический шарнир, использование которого при внедрении часто сводится к малой эффективности и большей энергоемкости.

Цель изобретения (патент РФ №2007519) – повышение эксплуатационных возможностей бульдозера.



**Рис. 2. Бульдозер**

Указанная цель достигается тем, что бульдозер, включающий базовую машину, толкающие брусья с закрепленным на них отвалом, расположенный за последним грунтоуплотняющий механизм цилиндрической формы с горизонтальной поперечной осью вращения и гидроцилиндры подъема толкающих брусьев, отвал установлен шарнирно на свободных концах передних частей толкающих брусьев, грунтоуплотняющий механизм выполнен из полого цилиндрического кольца со сквозными отверстиями на его цилиндрической поверхности, из бандажей, смежные из которых подпружинены относительно друг друга, а каждый из них установлен внутри вальца, связан посредством адаптирующего гидроцилиндра с каждой осью шарниров соединения передней и задней частей толкающих брусьев и выполнен в виде изогнутой пластины, выпуклая поверхность которой направлена в сторону от оси вращения вальца [12-16].

Недостатком данного изобретения является отвал, использование которого при внедрении и копании грунта приведет к большой энергоемкости и надежности конструкции.

#### **Список используемых источников:**

1. Sharapov R.R., Agarkov A.M. *Matrix Modeling of Technological Systems Grinding with Closed Circuit Ball Mill* // *World Applied Sciences Journal*. 2013. Т. 24. №10. С. 1399–1403.
2. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. *Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders* // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015. Т. 10. № 12. С. 31341–31348.
3. Агарков А.М. *Двумерные уравнения динамики потока воздуха в концентраторе* // «Интерстроймех-2015» материалы международной научно-технической конференции. Казанский государственный архитектурно-строительный университет. г. Казань, 2015. С. 7–11.
4. Агарков А.М. *Зависимость величины проскока пыли от основных факторов насыпных клинкерных слоев* // *Научный альманах*, 2015. № 3 (5). С. 111–115.
5. Агарков А.М. *Направления совершенствования конструкций циклонных аппаратов* // *Эпоха науки*. 2015. № 4. С. 89.
6. Агарков А.М. *Прогнозирование характеристик циклонного элемента зернистого фильтра* // *Научный альманах*. 2016. № 1-1 (15). С. 343–345.
7. Агарков А.М., Чеховской Е.И. *Модернизация корчевателя непрерывного и позиционного действия с целью повышения качества корчевания* // *Научный альманах*. 2016. № 4-3 (18). С. 19–21.
8. Агарков А.М., Чеховской Е.И., Тихонов А.А. *Использование сочетаний различных механизмов разделения в комбинированных аппаратах* // *Современные тенденции развития науки и технологий*. 2016. № 3-3. С. 12-14.
9. Агарков А.М., Чеховской Е.И., Тихонов А.А. *Обзор конструкций рабочего оборудования бульдозера с поворотным отвалом* // *Научный альманах*. 2016. № 3-3 (17). С. 18–22.
10. Агарков А.М., Шарапов Р.Р. *Влияние ширины камеры рабочей зоны инерционного концентратора на гидравлическое сопротивление* // *Механизация строительства*. 2016. Т. 77. № 9. С. 19-21.
11. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С. *Анализ гидравлического сопротивления концентратора* // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2016. № 3. С. 87–90.
12. Габдуллин Т.Р., Загреддинов Р.В. *Повышение производительности систем управления дорожно-строительной техникой при использовании систем глобального спутникового позиционирования* // *Известия КГАСУ*. 2014. №4(26). С. 397–402.
13. Габдуллин Т.Р., Загреддинов Р.В., Сахапов Р.Л. *Моделирование систем управления дорожно-строительной техникой* // *Известия Самарского научного центра РАН*. 2014. т.16. № 1(2). С. 394–396.
14. Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Агарков А.М., Прокопенко В.С. *Уравнение движения взвешенной в потоке воздуха частицы в концентраторе* // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2015. № 5. С. 175–178.

15. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Азарков А.М. Сравнительные характеристики проходимости на слабых грунтах гусеничных и шагающих кранов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 198–200.
16. Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С., Азарков А.М., Бойчук И.П. Кинетика процесса разделения продукта в замкнутой системе с рециркуляцией // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 8. С. 47-51.

---

© 2016, Гончаров В.Б., Хардигов И.П., Харламов Е.В.  
Анализ рабочего оборудования бульдозера для  
разработки грунта

---

© 2016, Goncharov V.B., Khardikov I.P., Kharlamov E.V.  
Analysis bulldozer working equipment for excavation

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.095

Поступила (Received): 24.10.2016

**Горлов А.И., Болотов А.Н., Горлов И.В.  
Виброакустический анализ как дополнение  
к существующей системе температурного  
контроля буксовых узлов ж/д вагонов**

**Gorlov A.I., Bolotov A.N., Gorlov I.V.  
Vibro-acoustic analysis as addition for existing temperature  
control system axle-box assemblies of railway wagons**

Современные требования к надежности и безопасности ж/д транспорта требуют от производителя установку новейших систем безопасности на борту выпускаемых и модернизируемых вагонов. В связи с этим возникла необходимость в модернизации существующих и разработке новых систем контроля состояния вагонов. В статье представлена идея дополнения виброакустическим анализом существующей системы температурного контроля буксовых узлов ж/д вагонов, а также её реализация на практике

**Ключевые слова:** транспорт, надежность, нагрев, вибрация, модернизация

**Горлов Артем Игоревич**

Аспирант

Тверской государственный технический университет

г. Тверь, ул. наб. А. Никитина, 22

**Болотов Александр Николаевич**

Доктор технический наук, профессор

Тверской государственный технический университет

г. Тверь, ул. наб. А. Никитина, 22

**Горлов Игорь Васильевич**

Доктор технический наук, доцент

Тверской государственный технический университет

г. Тверь, ул. наб. А. Никитина, 22

Modern requirements to reliability and safety of railway transport require the installation of advanced safety systems on Board produced and modernized wagons. In this context need arose to modernize existing and develop new control systems the state of the wagon. The article presents the idea of using vibro-acoustic analysis as addition of the existing temperature control system in axle-box assemblies of railway wagons, as well as its implementation in practice

**Key words:** transport, reliability, heat, vibration, modernization

**Gorlov Artem Igorevich**

Graduate

Tver state technical university

Tver, Naberezhnaya A. Nikitina, 22

**Bolotov Aleksandr Nikolaevich**

Doctor of Technical Sciences, Professor

Tver state technical university

Tver, Naberezhnaya A. Nikitina, 22

**Gorlov Igor Vasilievich**

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Tver state technical university

Tver, Naberezhnaya A. Nikitina, 22

Для обеспечения надежной и безопасной эксплуатации ж/д вагонов необходимо использовать системы диагностики состояния узлов ходовых частей [5].

Такие системы позволят следить за параметрами состояния контролируемых узлов и информировать об отклонениях от нормальных показаний, что позволит своевременно принимать меры, препятствующие развитию аварийных ситуаций.

Одним из наиболее ответственных узлов ходовых частей ж/д вагонов являются подшипники колесных пар, расположенные в буксовых узлах тележки. На сегодняшний день для контроля за состоянием буксовых узлов ж/д вагонов используется система автоматического слежения за температурой [4]. В этой системе предусмотрена возможность получения информации о температуре узла с помощью датчиков, встроенных в корпус буксы подшипников колесных пар. Система контроля обеспечивает обработку полученной информации, её сохранение и сигнализирует об опасных нагревах подшипников. Используемая в настоящее время система обеспечивает отслеживание только температуры узла и оповещает экипаж ж/д состава о её значении, что не всегда позволяет проводить анализ развития повреждения подшипников. Для более глубокого анализа состояния подшипникового узла необходимо существующую систему контроля температуры дополнить виброакустическим модулем, с применением более совершенных аппаратных и вычислительных средств.

Применение виброакустического анализа даёт возможность не только контролировать текущее состояние буксового узла, но и проводить анализ динамики износа подшипников. Кроме того, предполагаемый модуль позволит реализовать возможность наблюдения за состоянием железнодорожного полотна во время движения состава, что обеспечит повышение надежности эксплуатации.

Для осуществления возможности виброакустического контроля необходимо применять специально разработанный аппаратный набор, включающий в себя комплект датчиков и вычислительный блок [2, 3]. Такой набор необходимо установить на вагоны вместо существующих систем температурного контроля буксовых узлов. Для снижения затрат на эксплуатацию ж/д составов эти аппаратные наборы можно устанавливать на новые вагоны или взамен устаревших систем при реконструкции или капитальном ремонте вагонов.

При разработке нового модуля были использованы современные аппаратные и вычислительные средства, что позволило при меньших затратах расширить возможности создаваемого аппаратного обеспечения. Кроме того все датчики и вычислительный блок были выполнены в корпусах тех же габаритах, что и системы температурного контроля. Это дает возможность устанавливать разработанное оборудование на места устаревшего без внесения изменений в конструкцию самого вагона, а также простую замену старых систем на новую при реконструкции или ремонте вагона.

Разработка и производство системы комплексного контроля состояния буксовых узлов с применением дополнительного виброакустического анализа реализуется компанией «Интранском».

Разработанная система с применением виброакустического анализа состоит из следующих функциональных подсистем:

- Датчики, устанавливаемые в буксовые узлы и кузов вагона;

- Центральный вычислительный блок, устанавливаемый в специально отведенном месте в вагоне;
- Кабельные линии связи датчиков с вагонами.

Для контроля состояния буксовых узлов применяются датчики с возможностью измерения температуры и виброакустического сигнала, они включают в себя термочувствительный элемент, акселерометр и вычислительный модуль. Термочувствительный элемент датчика располагается в теплопроводном колпачке корпуса датчика, а акселерометр и вычислительный модуль в основном корпусе датчика. Датчик устанавливается непосредственно в корпус буксового узла и жестко фиксируется в определенном положении.

Вычислительный модуль датчика производит периодический опрос датчика температуры и акселерометра при подаче питания. Измеряемая температура имеет выходной параметр в градусах Цельсия, а виброакустический сигнал формируется либо в дискретные значения амплитуды по времени либо в спектральный состав сигнала. Вычислительный модуль выполнен на базе 32х битного ARM микроконтроллера. Линия связи датчиков с центральным блоком однопроводная полудуплексная, скорость обмена настраиваемая.

Центральный вычислительный блок состоит из корпуса из листовой стали, на лицевой панели расположен сенсорный жидкокристаллический экран, световая индикация и порт беспроводного электронного ключа. На боковых сторонах корпуса блока расположены питающий, сигнальные и интерфейсные разъемы. В корпус блока заключены электронные модули системы питания индикации и вычислительный модуль.

Вычислительный модуль центрального блока выполнен на базе высокопроизводительного 32бит ARM микроконтроллера. Питание блока осуществляется от бортовой сети вагона. Для повышения надежности связь блока с датчиками осуществляется по четырем независимым линиям. Информация о состоянии буксовых узлов отображается на дисплее блока, а также дублируется дополнительной световой и звуковой сигнализацией. Блок имеет возможность связи с бортовой локальной вычислительной сетью вагона, что позволяет контролировать состояние буксовых узлов удаленно. Настройка и обновление ПО блока может производиться непосредственно на блоке, через USB интерфейс с помощью компьютера или через локальную вычислительную сеть удаленно. Для сохранения хронологии данных с датчиков в блоке установлена энергонезависимая память в виде SD карты памяти.

Использование систем комплексного контроля и анализа за состоянием ходовых частей железнодорожных вагонов позволит в режиме реального времени получать всю необходимую информацию о состоянии наиболее ответственных узлов, проводить анализ изменения их эксплуатационных параметров, что обеспечит не только комплексный контроль, но и позволит прогнозировать наработку основных элементов конструкции до технического обслуживания и ремонта, предотвращая аварийные ситуации при эксплуатации.

**Список используемых источников:**

1. Болотов А.Н., Горлов И.В., Полетаева Е.В., Рахутин М.Г. Информационная система анализа эксплуатации технологических машин // Программные продукты и системы: журнал №1. Тверь, 2016. С. 83-89.
2. Горлов А.И., Болотов А.Н., Горлов И.В. Система мониторинга трибоузлов // Механика и физика процессов на поверхности и в контакте твердых тел, деталей технологического и энергетического оборудования. №9. Тверь, 2016. С. 121-127.
3. Горлов И.В., Болотов А.Н., Мешков В.В., Горлов А.И. Устройство для испытания материалов для тяжелоагрессивных узлов трения // Механика и физика процессов на поверхности и в контакте твердых тел, деталей технологического и энергетического оборудования. №7. Тверь, 2014. С. 73-81.
4. Хусидов В.В., Хохлов А.А., Петров Г.И., Хусидов В.Д. Динамика пассажирского вагона и пути модернизации тележки КВЗ-ЦНИИ / Под ред. А.А. Хохлова. М., 2001. 160с.
5. Быков Б.В. Конструкция тележек грузовых и пассажирских вагонов. Иллюстрированное учебное пособие. М., 2004. 36с.

---

© 2016, Горлов А.И., Болотов А.Н., Горлов И.В.  
Виброакустический анализ как дополнение к  
существующей системе температурного контроля  
буксовых узлов ж/д вагонов

---

© 2016, Gorlov A.I., Bolotov A.N., Gorlov I.V.  
Vibro-acoustic analysis as addition for existing  
temperature control system axle-box assemblies of  
railway wagons

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.099

Поступила (Received): 02.10.2016

**Горохова М.В.**  
**Оценка влияния технологии изготовления**  
**прямошовных и спиральношовных труб на уровень**  
**концентрации напряжений в сварном шве**

**Gorokhova M.V.**  
**Assessment of influence of manufacturing techniques**  
**straight-line-seam and spiralno sutural pipes on the**  
**level of concentration of tension in a welded seam**

*Рассмотрено, как влияет технология изготовления сварных труб на уровень концентрации напряжений в сварном шве при их статическом нагружении. Выполнен анализ влияния формы усиления сварного шва, смещения кромок и овальности труб на коэффициент концентрации напряжений*

**Ключевые слова:** концентрация напряжений, сварной шов трубы

**Горохова Марина Венидиктовна**

*Кандидат технических наук, доцент  
 Волжский государственный университет водного транспорта  
 г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5*

*It is considered how the manufacturing techniques of welded pipes influence the level of concentration of tension in a welded seam at their static loading. The analysis of influence of a form of strengthening of a welded seam, shift of edges and ovality of pipes on coefficient of concentration of tension is made*

**Key words:** concentration of tension, welded seam of a pipe

**Gorokhova Marina Venidiktovna**

*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor  
 Volga state university of water transport  
 Nizhni Novgorod, Nesterova st., 5*

На трассах магистральных трубопроводов в настоящее время уложены как прямошовные, так и спиральношовные трубы. Хотя спиральношовных труб в общей длине нефтепроводов значительно меньше, но в одинаковых условиях эксплуатации они показывают меньшую дефектность, чем прямошовные трубы, что подтверждают объективные данные внутритрубной диагностики. При этом уровень дефектности, связанный с условиями строительства и эксплуатации трубопровода, для прямошовных и спиральношовных труб практически одинаков. В тоже время количество металлургических дефектов, («раскатанные загрязнения») в спиральношовных трубах значительно меньше. Это, очевидно, связано с условиями проката листа (ширина листа меньше, чем для изготовления прямошовных труб, и не зависит от диаметра изготавливаемых труб) и термообработкой труб, в ходе которой отбраковываются трубы, имеющие значительные включения. В этом плане интересным будет проведение сравнительного исследования статической прочности прямошовных и спиральношовных труб.

Большое влияние на статическую прочность труб оказывает концентрация напряжений в сварном стыке. Технические условия производства сварных труб предполагают равнопрочность сварного шва и основного металла трубы. Поэтому предполагается равновероятное разрушение трубы по сварному шву и основному металлу при статическом испытании труб внутренним давлением.

Практика испытаний сварных труб показывает, что действительно, при однократном нагружении разрушение труб происходит как по сварным швам, так и по основному металлу. При этом разрушение спиральношовных труб по сварным швам практически отсутствует, а по продольным швам случаи разрушения составляют около 40%. Разрушение трубы, содержащей зону конструктивной концентрации напряжений (сварной шов), происходит либо за счет исчерпания пластичности в зоне концентрации напряжений, либо в мембранной зоне с образованием утончения в месте разрыва.

Рассмотрим, как влияет технология изготовления сварных труб на уровень концентрации напряжений в сварном шве.

Одним из основных факторов, влияющим на величину концентрации напряжений в сварном шве, является форма усиления сварного шва. Данный вопрос подробно рассмотрен в работе [1], в которой приведена следующая формула для расчета коэффициента концентрации напряжений в сварном шве:

$$\alpha_{\sigma} = 1 + \frac{2}{\pi \cdot A} \cdot \left[ R \cdot \ln \frac{b+r}{r} - R_0 + r_1 \cdot R_1 - r_1^2 \cdot R_2 + T \right] \quad (1)$$

где A, R, R<sub>0</sub>, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, T – коэффициенты, зависящие от соотношения размеров сварного стыкового соединения, вычисляются по формулам:

$$A = \frac{a_1 \cdot (c h a_1)}{k} + \frac{a_1^2}{2} \cdot r_1 \cdot s h a_1; \quad R = a_1 + 0,167 \cdot a_1^3 + 0,008 \cdot a_1^5;$$

$$R_0 = a_1 + 0,303 \cdot a_1^3 + 0,019 \cdot a_1^5; \quad R_1 = a_1 + 0,33 \cdot a_1^3 + 0,033 \cdot a_1^5;$$

$$R_2 = a_1 + 0,167 \cdot a_1^3 + 0,038 \cdot a_1^5; \quad T = s h a_1,$$

$$a_1 = a \cdot b; \quad r_1 = \frac{r}{b}; \quad a = \sqrt{\frac{k \cdot (\delta + 2 \cdot c)}{c \cdot b \cdot \delta}}; \quad k = 0,9 \cdot \left[ \frac{\delta}{(\delta + c)} \right]^2,$$

b – толщина стенки трубы; δ – ширина сварного шва; c – высота выступа сварного шва; r – радиус перехода от наплавленного к основному металлу.

Наиболее существенное влияние на коэффициент концентрации напряжений  $\alpha_{\sigma}$  оказывают радиус перехода наплавленного металла к основному, высота и ширина выступа сварного шва. Для реальных магистральных трубопроводов радиус сопряжения основного металла с наплавленным равен 0,25 – 0,5 мм, а среднее значение высоты выступа сварного шва и его ширины составляют соответственно 3 и 20 мм. При этом значение  $\alpha_{\sigma}$  для продольного шва сварных труб оказывается равным 1,58 – 1,65 (для внутреннего шва) и 1,3 – 1,5 (для наружного шва). Все эти теоретические значения коэффициента концентрации напряжений сопоставимы с экспериментальными значениями данного коэффициента, которые для спиральношовных труб находятся в пределах 1,6. А так как процесс автоматической сварки, который используется на трубопрокатных заводах, обеспечивает большую стабильность геометрических параметров

усиления сварного шва, то и значения коэффициента концентрации напряжений, которые обусловлены формой шва, так же будут стабильными.

Рассмотрим местное повышение напряжений, вызываемое изгибными эффектами в зоне сварного шва. В общем случае изгибные напряжения равны

$$\sigma_{из} = \sigma_{см} + \sigma_{уг} + \sigma_{ов},$$

где  $\sigma_{см}$  – изгибные напряжения от смещения кромок;  $\sigma_{уг}$  – изгибные напряжения от угловатости сварного соединения;  $\sigma_{ов}$  – изгибные напряжения от овальности сечения трубы.

Величину изгибных напряжений в случае смещения кромок можно вычислить по формуле:

$$\sigma_{см} = \pm \frac{3 \cdot \Delta}{1 + \left(\frac{b \cdot k}{2}\right)} \cdot \sigma_H, \quad k = \sqrt{\frac{6 \cdot P \cdot D_{вн}}{E \cdot \sigma^3}},$$

где  $\sigma_H$  – номинальное напряжение (безмоментная зона),  $\Delta = \frac{h}{\delta}$  – относительное смещение,  $h$  – величина смещения кромок,  $D_{вн}$  – внутренний диаметр трубы,  $E$  – модуль упругости материала трубы.

Для расчета изгибных напряжений из-за угловатости в районе продольного шва трубы можно использовать эмпирическую формулу, которая показывает наилучшую сходимость с экспериментальными данными:

$$\sigma_{уг} = \pm \frac{6 \cdot b}{\delta} \cdot tg\beta \cdot \sigma_H,$$

где  $\beta$  – угол между осью стенки трубы и осью сварного шва.

Влияние начальной овальности сечения на напряженное состояние труб можно оценить с помощью формулы, полученной с учетом изменения овальности от действия внутреннего давления  $P$ :

$$\sigma_{ов} = \frac{3 \cdot U \cdot \sigma_H}{\left(\frac{\delta}{R}\right) \cdot \left[1 + 4 \cdot (1 - \mu)^2 \cdot \left(\frac{P}{E}\right) \cdot \left(\frac{R}{\delta}\right)^3\right]}, \quad U = \frac{(D_{max} - D_{min})}{2 \cdot R}$$

где  $R$  – номинальный радиус трубы,  $U$  – овальность трубы.

Для рабочих давлений и начальной овальности допускаемой СНиП для магистральных нефтепроводов и равной 1%, для трубы диаметром 720 мм и толщиной стенки 11 мм  $\sigma_{ов} = 0,15\sigma_H$ .

Местное повышение напряжений от изгибных эффектов, вызванных смещением кромок, угловатостью сварного соединения и овализацией сечения, приходится на зону концентрации напряжений сварного шва. При этом  $\alpha_0$  при растяжении и изгибе оказывается практически одинаковыми. Принимая это во внимание, максимальные напряжения в зоне сварного шва можно вычислить по формуле:

$$\sigma_{max} = \alpha_\sigma \cdot (\sigma_H + \sigma_{из}).$$

Проверка достоверности соотношения (1) для расчета суммарного эффекта местного повышения напряжений в сварных соединениях была проведена с использованием экспериментальных данных работы [2]. Результаты этой проверки приведены в табл.1. В табл.1 и в дальнейшем для характеристики местного возмущения напряженного (деформированного) состояния в зоне сварного соединения трубы со смещением кромок, угловатостью и овализацией

использовалось отношение в максимально напряженной зоне сварного шва к соответствующим величинам в безмоментной зоне (номинальные напряжения и деформации), условно обозначаемое как коэффициент концентрации:

$$\alpha^* = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_H} = \left( 1 \pm \frac{3 \cdot \Delta}{1 + \frac{b \cdot k}{2}} \pm \frac{6 \cdot b}{\delta} \cdot tg\beta \pm \frac{3 \cdot U}{\frac{\delta}{R} \left[ 1 + 4 \cdot (1 - \mu^2) \cdot \left( \frac{P}{E} \right) \cdot \left( \frac{R}{\delta} \right)^3 \right]} \right) \quad (2)$$

Таблица 1

№ трубы	Параметры сварного шва						Коэффициент концентрации			
	b, мм	r, мм	δ, мм	c, мм	h, мм	β, град	α <sub>σ</sub>	$\frac{\sigma_{из}}{\sigma_H}$	α <sub>p</sub> *	α <sub>э</sub> *
I	23	0,25	11	4,4	4,0	11,5	1,75	3,74	8,29	8,0
II	28	0,25	11	3,6	0,5	7	1,48	2,11	4,60	4,7
III	34	0,25	11	1,0	3,2	4,5	1,22	2,26	4,06	4,1
IV	25	0,25	9	1,2	1,2	0	1,29	0,40	1,81	2,0

В табл.1 приняты следующие обозначения: α<sub>p</sub>\* – расчетный коэффициент концентрации напряжений; α<sub>э</sub>\* – коэффициент концентрации напряжений, полученный поляризационно-оптическим методом в эксперименте [2] на моделях сварного соединения из оптически чувствительного материала.

Из табл.1 видно, что расхождение между экспериментальными и расчетными значениями коэффициентов концентрации не превосходят 10%.

Расчет значений α<sub>max</sub> проводится по формуле (2) с введением максимальных значений смещений кромок и угловатости и среднего значения ширины валика, равного примерно двум толщинам стенки.

На уровень концентрации напряжений в сварном шве трубы влияют также и условия формирования сварных швов труб. Если не учитывать мелкие подробности формирования труб при их изготовлении, то можно принять примерно равные условия формирования сварного шва в прямошовных трубах до экспандирования и спиральношовных трубах.

Таким образом форма усиления шва, смещения кромок и овальность труб при различных технологиях их изготовления различаются незначительно. Именно эти параметры нормируются в ТУ на изготовление труб. Подстановка предельно допустимых параметров сварного соединения ( α<sub>ф</sub> = 1,6 ; Δ = 30% ; U = 1% ) в формулу (2) показывает, что уровень концентрации напряжений в сварном шве не должен превышать значения α = 3. Это обеспечивает равнопрочность сварного шва основному металлу в не зависимости от его ориентации.

Вместе с тем, даже незначительные превышения требований ТУ на форму шва могут привести к инициированию разрушения по продольному сварному шву.

На стадии изготовления труб ( окончательное формирование спиральношовных труб и формирование прямошовных труб до экспандирования) угловатость сварного шва незначительна и ее можно не учитывать при расчете.

Угловатость шва сварных труб окончательно формируется при правке труб в экспандере. Так, если предусмотрено гидравлическое экспандирование, то наружный валик шва упирается в экспандер и формируется «отрицательная» угловатость. Если правка труб осуществляется механическим экспандером, то в него упирается внутренний валик шва и угловатость формируется в виде «домика». Таким образом, нормирование угловатости в сварном шве можно проводить соответствующим нормированием формы усиления шва. При этом определение максимальной угловатости сварного шва проводится из условия взаимодействия валика сварного шва трубы с внутренним или внешним экспандером по полуэмпирической формуле:

$$\operatorname{tg}\beta = 2 \cdot \left( \frac{\sqrt{D^2 - [D - (\delta + c)]^2}}{D - (\delta + c)} \right),$$

где  $D$  – диаметр трубы,  $\delta$  – толщина стенки трубы;  $c$  – высота усиления сварного шва.

Для средних диаметров трубы (700-1000 мм) и толщин стенок (10мм) подстановка максимально допустимого значения высоты усиления сварного шва (3мм) получаем  $\operatorname{tg}\beta = 0,3 \dots 0,4$ , что приводит к увеличению максимальных коэффициентов концентрации до  $\alpha = 5 \dots 7$ . А это уже соответствует возможности реализации разрушений труб по сварному шву при статических испытаниях внутренним давлением.

Известно так же, что уровень максимальных напряжений в стыковом сварном шве зависит не только от концентрации напряжений, но и от ориентации шва относительно главных напряжений в трубе. С учетом этого при нагружении трубы внутренним давлением в наиболее неблагоприятных условиях находится продольный шов, а при возникновении продольных усилий в турбопроводе и изгиба – спиральный шов. Соответственно, ограничения на отклонения в геометрии сварного стыкового соединения должны быть различными для продольного и спирального швов.

Одним из различий в технологии изготовления прямошовных и спиральношовных сварных труб является процедура окончательного формирования прямошовных труб в экспандере.

В процессе правки трубы в экспандере происходит увеличение ее диаметра с общим удлинением периметра до 1% от номинального. Учитывая, что после статических испытаний труб до разрушения периметр увеличивается примерно на 5 – 10%, следует рассмотреть вопрос о снижении остаточного ресурса трубы из-за экспандирования.

Общий уровень нагружения труб при правке в экспандере таков, что металл стенки трубы находится в пластическом состоянии по всему периметру трубы, в том числе и в мембранной зоне. При этом, для пластичных трубных сталей, изменение механических характеристик (снижение предельной пластичности, увеличение предела текучести) в мембранной зоне незначительно и не сказывается на прочностном ресурсе трубы. В то же время в зонах концентрации (зона сварного соединения) возможно перераспределение напряжений и деформаций со значительным исчерпанием пластичности материала.

Проведем оценку возможности изменения остаточного прочностного ресурса трубы в процессе экспандирования. Известно, уровень пластических деформаций в зоне концентрации напряжений можно оценить по формуле:

$$e_{max} = \alpha^2 \cdot e_n,$$

где  $\alpha$  – теоретический коэффициент концентрации напряжений в сварном шве.

В первом приближении можно не учитывать процесс формоизменения в зоне шва при экспандировании, поэтому в качестве концентратора можно рассматривать только форму усиления шва и смещение кромок. Таким образом, в расчете можно принять максимальное значение коэффициента концентрации напряжений, равное 3.

Принимая  $e_n = 0,01$ , получаем, что уровень пластической деформации в зоне сварного шва не превышает 9%. В то же время предельная пластичность материала ( $e_f = \ln \frac{1}{1-\psi_f}$ ) для трубных сталей составляет менее 60% ... 70%. Таким образом, уровень исчерпания пластичности в зоне сварного шва хотя и незначителен, но может привести к снижению усталостной долговечности сварного соединения при эксплуатации. Что касается рассматриваемой в данной статье статической прочности труб, то, поскольку уровень пластических деформаций при экспандировании далек от критического и не приводит к уменьшению временного сопротивления  $\sigma_b$  и истинного сопротивления разрыву  $S_k$ , процедура экспандирования не сказывается на уровне статической прочности труб.

Таким образом, рассматривая влияния технологии изготовления прямошовных и спиральношовных труб на уровень концентрации напряжений, установлено, что в процессе правки прямошовных труб в экспандере происходит формирование дополнительного дефекта формы шва – угловатости («домика»), что приводит к увеличению уровня концентрации напряжений в сварном шве и снижению прочностного и усталостного ресурса трубы. Однако, уровень исчерпания пластичности материала в зоне сварного шва при экспандировании недостаточен для снижения статической прочности труб, но может сказаться на усталостном ресурсе трубы.

#### Список используемых источников:

1. Навроцкий Д.И. Прочность сварных соединений с учетом концентрации напряжений. М.: Машиностроение, 1968. 170 с.
2. Гусенков А.П., Аистов А.С. Исследование малоциклового прочностного ресурса труб большого диаметра магистральных газо- и нефтепроводов // Машиноведение, 1975. №3 С.61-71.

© 2016, Горохова М.В.

Оценка влияния технологии изготовления прямошовных и спиральношовных труб на уровень концентрации напряжений в сварном шве

© 2016, Gorokhova M.V.

Assessment of influence of manufacturing techniques straight-line-seam and spiralno sutural pipes on the level of concentration of tension in a welded seam

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.105

Поступила (Received): 31.10.2016

**Деревякина В.Ю., Ерофеев А.В.  
Обоснование значимых факторов критерия  
потери теплозащитных качеств стены**

**Derevyakina V.Yu., Erofeev A.V.  
Justification of the important factors for the criterion  
of loss of thermal insulation properties of the wall**

*Работа посвящена определению и обоснованию значимых факторов критерия потери теплозащитных качеств стены. Поставленная цель достигается путем расчета теплопотерь условно принятого помещения здания и расчетом тепловой мощности отопления, в ходе которого выявляются факторы непосредственно влияющие на соотношение снижения термического сопротивления конструкции стены помещения и повышения затрат на его отопление*  
**Ключевые слова:** теплотехнический расчет, расчет теплопотерь здания, потеря теплозащитных качеств стены, критерий теплозащиты

**Деревякина Вероника Юрьевна**  
Тамбовский государственный технический университет  
г. Тамбов, ул. Советская, 106

**Ерофеев Александр Владимирович**  
Кандидат технических наук, старший преподаватель  
Тамбовский государственный технический университет  
г. Тамбов, ул. Советская, 106

*The work is devoted to the definition and justification of the important factors for the criterion of loss of thermal insulation properties of the wall. This goal is achieved by calculating the heat loss conventionally accepted premises of the building and calculating the heat power of heating, in which the factors directly influencing the ratio of reduction of the thermal resistance of the wall construction of the premises and the cost of heating it*

**Key words:** thermal calculation, calculation of heat loss of building, loss of thermal insulation properties of the wall, the criterion of thermal protection

**Derevyakina Veronika Yuryevna**  
Tambov state technical university  
Tambov, Sovetskaya st., 106

**Erofeev Alexander Vladimirovich**  
Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer  
Tambov state technical university  
Tambov, Sovetskaya st., 106

Одним из важных параметров работоспособности строительного материала является долговечность. Критерием долговечности для теплоизоляционного материала является потеря им теплоизоляционных качеств. Существующие нормативные документы, регламентирующие нормы по энергосбережению, не учитывают изменение теплозащитных свойств материала во времени. В действительности эксплуатационные свойства теплоизоляционных материалов, в том числе и теплозащитные качества, постепенно с течением времени

ухудшаются. Это происходит в связи с тем, что ограждающие конструкции зданий подвергаются воздействию внешних климатических и техногенных воздействий, приводящих к деструкции материала.

Следовательно, под долговечностью наружных ограждающих конструкций с утеплителем следует понимать срок их службы с сохранением в требуемых пределах эксплуатационных (теплозащитных) характеристик в данных климатических условиях при заданном режиме эксплуатации зданий.

Объективная оценка долговечности стеновых ограждающих конструкций позволяет, с одной стороны, рассчитать затраты на проведение текущих и капитального ремонтов здания, и как следствие, численные значения ежегодных амортизационных отчислений, а с другой стороны, позволяет произвести оценку эффективности мероприятий, связанных с внедрением энергосберегающих технологий. При достижении утеплителем показателей, количественно отражающих остаточный ресурс эксплуатационных характеристик ограждающих конструкций, принимаются меры по их восстановлению (в ходе текущего и капитального ремонтов), а в случае значительного износа – по сносу или реконструкции здания.

С принятием закона № 261 – ФЗ «Об энергосбережении» в 2009 году стало уделяться внимание оценке долговечности наружных стен по критерию их теплозащиты. В работах С.В. Александровского, Ф.В. Ли, С.В. Коканина, Н.С. Гурьянова при определении срока службы ограждающих конструкций за критерий теплозащиты принимается снижение проектной величины сопротивления теплопередаче на 5-30 %. Однако эта величина является субъективным решением проектировщика. Следовательно, величина критерия теплозащиты нуждается в уточнении.

Для обоснования величины допустимого снижения критерия теплозащиты необходимо определить такую максимальную величину коэффициента теплопроводности, при которой затраты на отопление здания не будут превышать критических величин. Для определения затрат на отопление и установления максимальной величины коэффициента теплопроводности и факторов, влияющих на эту величину, в работе рассчитываются для примера теплотери условного произвольно взятого помещения. Для примера принимается помещение в жилом здании, для которого задаются его основные размеры и параметры микроклимата.

Расчет начинается с определения толщины теплоизоляционного материала в ограждающей конструкции стены. Основные ограждения, согласно нормативным документам, должны удовлетворять ряду требований: поэлементным, комплексным и санитарно-гигиеническим [1]. В ходе проверки этих требований для расчета помещения была вычислена толщина утеплителя, равная 0,0547 м, и по требованиям стандартизации принята толщина утеплителя равная 0,06 м. Требования тепловой защиты здания были выполнены, так как по расчету были одновременно выполнены все три требования.

Толщина теплоизоляционного слоя принята 60 мм согласно требованиям стандартизации [2], что больше требуемого значения толщины по расчету на 8,8 %. Таким образом, снижение теплозащитных свойств утеплителя на 8,8% не

приведет к ухудшению теплозащиты здания. Следовательно, первым из значимых факторов, влияющих на величину критерия потери теплозащитных качеств стены является толщина утеплителя, а также разница между принятой толщиной утеплителя и требуемой толщиной по условиям стандартизации.

Расчет системы отопления состоит из определения основных теплопотерь через ограждающие конструкции, дополнительных теплопотерь, определения теплового баланса помещения и определения тепловой мощности системы отопления, с подбором отопительных приборов.

В данном случае в качестве теплоизоляционной системы ограждающей конструкции рассматривается система навесного вентилируемого фасада. Отличительным элементом вентилируемого фасада является воздушная прослойка (вентиляционный зазор), а принцип работы навесного вентилируемого фасада напрямую зависит от процессов, происходящих в этом зазоре. К таким процессам относится теплообмен, влагоперенос и фильтрация воздуха.

Основные теплопотери через ограждающие конструкции рассчитываются в тех помещениях, где есть ограждающие конструкции. Такими помещениями являются общая комната и кухня. Так как принятое для примера помещение расположено не на крайних этажах здания, то учитываются только теплопотери через наружные стены и окна. Помимо основных потерь тепла, рассчитываются дополнительные потери тепла, учитывающие ряд таких факторов, как потери тепла на нагревание инфильтрирующегося воздуха через ограждающие конструкции помещений, а так же ориентацию помещений по отношению к сторонам света. Результатом определения всех теплопотерь и теплопоступлений является определение теплового баланса здания, с учетом коэффициента запаса мощности.

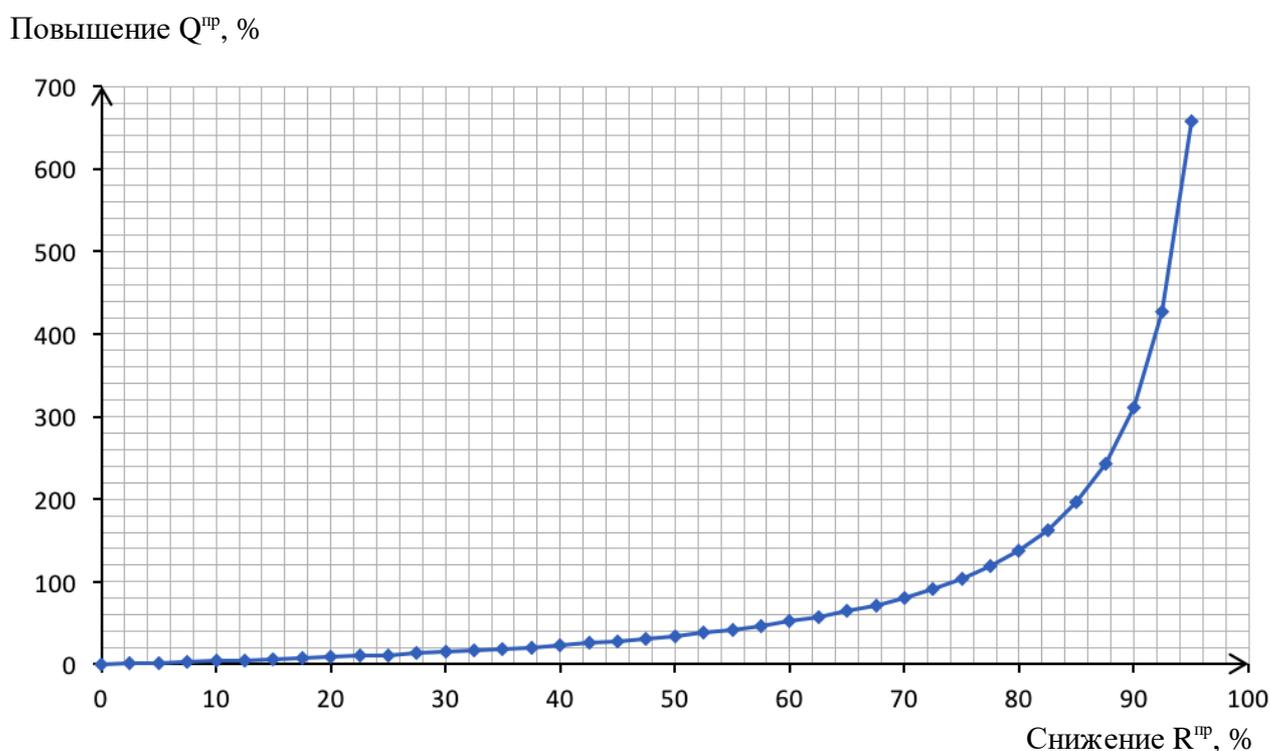
После подсчета всех теплопотерь помещением, составления теплового баланса и вычислением необходимой тепловой мощности задаются параметры системы отопления и определяется площадь поверхности и число отопительных приборов. Расчет производится согласно [3, 4] и по итогу получается, что для данного условного помещения необходимо 0,557 штук приборов, но принимается 1 прибор, так как возможно устанавливать только целое число приборов, а на всю принятую для примера квартиру – 2 прибора.

В результате расчета было определено количество теплоты, необходимое для восполнения теплопотерь помещением, подобраны отопительные приборы и определено их количество.

С течением времени конструкция стены, в том числе теплоизоляционный слой, подвергается различным воздействиям, которые снижают ее теплопроводящие функции, что неблагоприятно влияет на микроклимат помещения, вследствие чего температура помещения становится ниже нормируемой. Чтобы предотвратить снижение температуры в помещении, необходимо чтобы то тепло, которое обеспечивается отопительными приборами, превосходило потери тепла через ограждающие конструкции. На первый взгляд кажется, что непосредственное снижение теплозащитных характеристик конструкции влечет за собой увеличение расходов теплоэнергии, что означает увеличение стои-

мости отопления. Однако, на самом деле, на этапе проектирования ограждающей конструкции с утеплителем и этапе расчета системы отопления закладывается определенный резерв, только по истечении которого будут увеличиваться расходы на отопление. Наличие такого резерва осуществляется за счет значимых факторов, таких как запас, закладываемый при назначении толщины утеплителя, тип и конструкция отопительных приборов, а так же их количество, температура подающего трубопровода,

Теплоизоляционные системы устраивают для сбережения тепло- и энергоресурсов, что позволяет значительно экономить средства, затрачиваемые на отопление здания. Когда резерв, о котором говорилось выше, будет исчерпан, тогда стоимость подачи теплоресурсов будет повышаться. Как будут увеличиваться затраты на отопление можно проследить, построив график зависимости снижения сопротивления теплопередачи конструкции стены от требуемой теплоотдачи прибора, что прямо пропорционально стоимости отопления.



**Рис. 1. Зависимость снижения сопротивления теплопередачи конструкции стены от требуемой теплоотдачи прибора**

Из выше изложенного следует, что существует ряд значимых факторов, который в каждом отдельно взятом случае даст разный резерв и будет влиять на величину критерия потери теплозащитных качеств стены. Таким образом, необходимо для каждого здания уточнять этот критерий индивидуально.

**Список используемых источников:**

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: НИИСФ, 2012.
2. ТУ 5767-006-54349294-2014. Плиты полистирольные вспененные экструзионные Пеноплэкс. Санкт-Петербург, 2014.

3. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. М.: Минрегион России, 2012

4, Крупнов Б.А., Шарафудинов Н.С. Руководство по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Москва: Вена, 2008. 220 с.

---

© 2016, Деревякина В.Ю., Ерофеев А.В.

Обоснование значимых факторов критерия потери теплозащитных качеств стены

---

© 2016, Derevyakina V.Yu., Erofeev A.V.

Justification of the important factors for the criterion of loss of thermal insulation properties of the wall

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.110

Поступила (Received): 24.10.2016

**Дьяков В.Е.****Окисление металлической пены на поверхности при центробежной фильтрации расплавленного олова****Dyakov V.E.****Oxidation of the metal foam on the surface when the centrifugal filtration of molten tin**

Из анализа способов рафинирования олова от мышьяка выявлены условия образования пен примесей на поверхности олова. Приведена оценка толщины пленки олова на кристаллах соединений примесей. Проведены исследования расхода марганца и показан оптимальный вариант окисления пены с древесными опилками для повышения заполнения фильтра и снижения выхода олова в съемы

**Ключевые слова:** олово, рафинирование, мышьяк, марганец, окисление пены, центробежная фильтрация

**Дьяков Виталий Евгеньевич**

Кандидат технических наук, консультант  
Центральный научно-исследовательский институт олова  
г. Новосибирск, ул. Аникина, 6

From the analysis of the methods of refining tin from arsenic identified conditions for the formation of foams of impurities on the tin surface. The assessment of the thickness of the tin film on the crystals of compounds of impurities. The consumption of manganese and shows the best option oxidation foam with sawdust to improve the filling of the filter and reduce the output of tin in releases

**Key words:** tin, refining, arsenic, manganese, oxidation, foam, centrifugal filtration

**Dyakov Vitali Evgenievich**

Candidate of Engineering Sciences, Expert device  
Central research institute of the tin  
Novosibirsk, Anikina st., 6

**Введение**

В металлургии олова после восстановительной плавки оловянных концентратов получают черновое олово, содержащее растворенные сопутствующие примеси. Для рафинирования олова от сурьмы, мышьяка и остаточного железа традиционно [1], использовалось связывание их с алюминием в тугоплавкие нерастворимые соединения  $SbAl$ ,  $AsAl$ ,  $Al_2Fe$ . Соединения всплывают на поверхность олова в виде объемистой пены со значительными потерями олова.

Для снижения потерь олова предложен способ [2] рафинирования олова от сурьмы, который включает вмешивание алюминия, добавку гудрона, обработку хлоридом щелочного металла и отделения сурьмянистой пены от расплава олова. Пену возвращают на рафинирование следующей партии олова от мышьяка, а затем совместный расплав мышьяковистой и сурьмянистых пен окисляют сульфатом аммония. Способ не получил распространение из-за трудоемкости ручного труда по отделению пены.

По другому варианту [3] с целью повышения эффективности очистки перед обработкой хлористым аммонием расплав при 320- 400°C окисляют кальцинированной содой. Однако окисление пены реагентами приводило к образованию сухих пылевидных съёмов и не снизило трудоемкость операций. Для снижения потерь олова в съёмы предложен способ [4], заключающийся в том, что после введения алюминия расплавленный металл обрабатывают карналлитом в окислительной среде при 350- 410°C.

Для снижения расхода реагентов в качестве Al-сплава используют силумин SiAl, содержащим 3-15%Sn, а для обработки флюсом при 470-540°C в качестве флюса применяют флюсовой скрап, содержащий ZnCl<sub>2</sub> [5]. Получение зернистых съёмов позволило использовать центробежную фильтрацию. Однако съёмы рафинирования олова, содержащие мышьяк и алюминий при взаимодействии с влагой воздуха выделяют высокотоксичный газ [1] AsH<sub>3</sub>, что требовало особых условий их контроля, хранения и переработки. В работе, [6], показан перечень материалов на способность выделения мышьяковистого водорода. Подтверждена целесообразность мероприятия замены использования алюминия для удаления мышьяка. Проблема безопасного вывода остаточного мышьяка из олова решена связыванием его в нерастворимое соединение AsMn [7].

Для вмешивания в расплав тугоплавкого марганца с получением лигатуры разработан аппарат [8], включающий цилиндрическую камеру с перфорированным перекрытием и снабженную патрубком в верхней части камеры направленной вниз по спирали вдоль корпуса. Для циркуляции расплава через камеру насос соединен выходным патрубком с нижней частью камеры. Мышьяк с растворенным марганцем образует тугоплавкое малорастворимое в олове соединение MnAs, которое всплывает на поверхность в виде металлической пены. Этим обеспечивается выделение мышьяка в безопасный полупродукт и процесс рафинирования сводится к общей задаче отделения съёмов с поверхности олова.

Для отделения съёмов с повышением эффективности рафинирования описаны [9] результаты вакуумной фильтрации через пористые материалы и при этом в отфильтрованном металле содержалось 0,006% Fe. Метод вакуумной фильтрации металла от твердых фаз усовершенствован путем использования центробежных сил [10]. Аппарат центробежной фильтрации твердых примесей из расплавленного олова представлял собой фильтр погружаемый в ванну с расплавленным металлом и выполнен в виде двух конусообразных тарелей, соединенных основаниями, а верхняя тарель снабжена заборными окнами.

Однако, марганец- мышьяковистая пена в отличие от железистых съёмов мало задерживается в фильтре из за высокой дисперсности. Для повышения эффективности использования аппарата центробежной фильтрации одновременно с отделением остаточного железа предложено [11] в металл вмешивать марганец и обрабатывать мышьяк – марганцевую пену кальцинированной содой при 320-400°C с последующей обработкой хлористым аммонием. Центробежная фильтрация мышьяк- марганцевистых съёмов показало, что выход олова в съёмы более высокий, чем при удалении мышьяка, связанным с железом.

Поэтому авторы [12] предложили в рафинируемое олово перед фильтрацией вмешивать железо-оловянный сплав, а затем металл обрабатывают измельченным сульфидом железа при температуре 350-450 °С. Одновременно с удалением железа из чернового олова удаляется и мышьяк на 90%. Подобно этому варианту, с целью снижения расхода марганца, предложено [13], перед центробежной фильтрацией в марганец-мышьяковую пену вмешивать исходное черновое олово с высоким содержанием железа и выдерживать в течение 0,5-2 ч при температуре 360-450°С для кристаллизации примесей. Однако такая кристаллизация снижает производительность рафинирования.

При остаточном содержании мышьяка 0,04-0,2% в олово вмешивают при температуре 340-600°С марганец-оловянную лигатуру [14] олово обрабатывают воздухом в смеси с окислителем. В качестве окислителя используют кальцинированную соду или известь в виде порошка. Однако, воздух и порошковый окислитель увеличивают долю окисленного олова, повышая выход съёмов.

Более устойчивые результаты получены по варианту [15], когда рафинируемый металл покрывают древесными опилками и вмешивают марганцевый сплав вначале до соотношения марганца к мышьяку 0,5-0,9, а на конечной стадии рафинирования до соотношения 1,5 – 2,0.

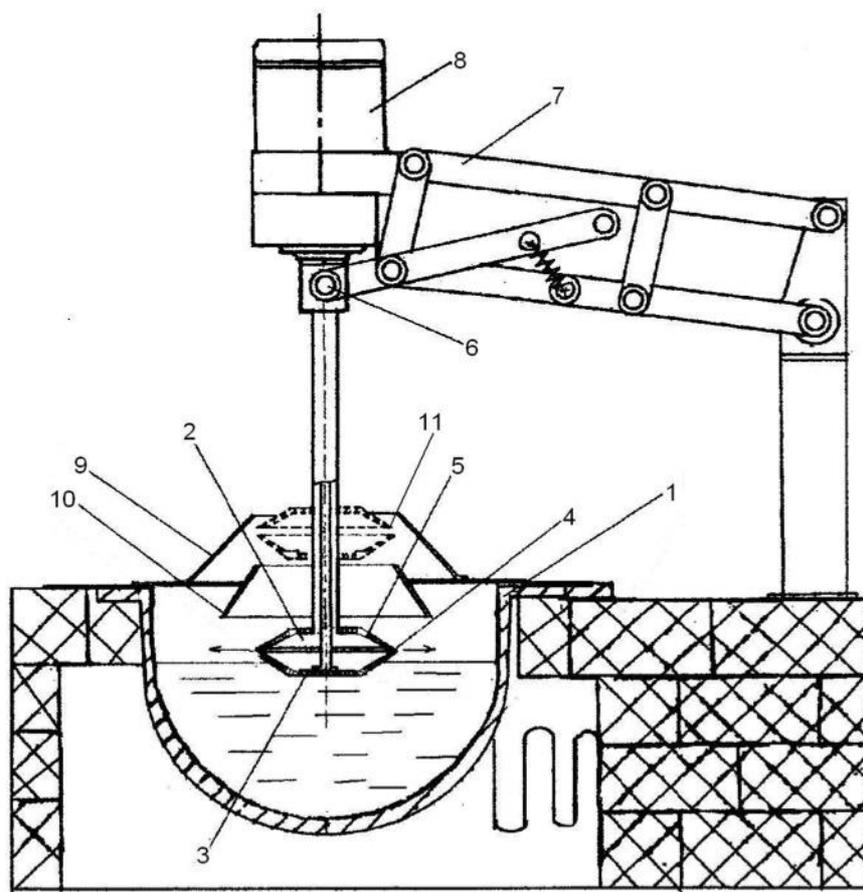
Получаемые марганец-мышьяковые мелкодисперсные съёмы в смеси зернистыми опилками отфильтровывались погружаемым фильтром усовершенствованной промышленной центрифугой. Центрифуга [16] для фильтрации расплава состояла из плавильной ванны, рамы и траверсы, перемещаемой по ней, ротора с фильтром, образованным двумя с конусообразными тарелями, сжатыми большими основаниями с образованием фильтрующей щели и снабженными заборными отверстиями, механизмом раскрытия тарелей для выброса осадка, а ротор с фильтром снабжен приводом вращения и подвешен на вертикально подвижной траверсе между стойками рамы.

Описанные источники посвящены поиску технологии рафинирования и требуют дополнительных исследований по обработке пены удаляемых примесей в съёмы для обеспечения фильтрации и снижения потерь олова.

### **Методика опытов**

Опыты по рафинированию олова от железа и мышьяка проводили на лабораторной центрифуге с погружаемым фильтром (Рис 1).

Фильтр в виде двух конических тарелей диаметром 150мм, обращенных друг к другу основаниями с зазором 0,1-0,2мм и с образованием полости для накопления осадка. Фильтр погружался в олово, расплавленное в котле емкостью 10л. Фильтр в расплаве приводился во вращение двигателем постоянного тока в течение 1-5мин со скоростью 300об\мин. Периодически фильтр с кристаллами съёмов поднимали над поверхностью расплава и увеличили скорость его вращения до 1500об\мин на 20-30 сек. Происходила очистка осадка от жидкого металла. После этого останавливали вращение фильтра и верхнюю тарель освобождали и удаляли из полости фильтра съёмы для взвешивания и анализа. Цикл повторяли до полного удаления твердой фазы в расплаве, что определялось визуально по отсутствию осадка в тарелях.



**Рис. 1. Лабораторная центрифуга ЦП 100: 1-Котел 2-Верхняя тарель; 3-Нижняя тарель; 4-Фильтрующая щель; 5-заборные окна; 6-Стопор раскрытия тарелей и разгрузки осадка из фильтра; 7-механизм подъема фильтра; 8-двигатель вращения фильтра; 9-съемный конус сбора дрессов; 10-съемный конус сбора брызг из фильтра; 11-Уровень подъема фильтра для раскрытия тарелей и разгрузки осадка**

Пробы анализировалась на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно связанной плазмой IRIS Intrepid компании INTERTECH Corporation. Образцы пористых кристаллов съёмов из фильтра с разным содержанием олова исследованы на удельную поверхность методом адсорбции аргона.

### **Результаты и обсуждение**

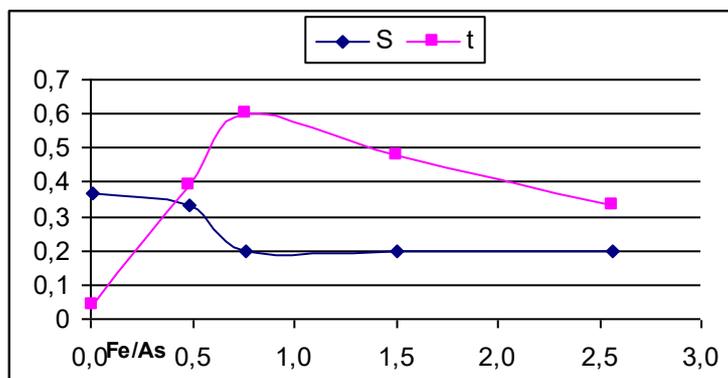
На лабораторной центрифуге с погружаемым фильтром рис 1 проведены плавки по фильтрации олова с разным соотношением содержания железа и мышьяка. В таблице 1 показан состав отфильтрованных съёмов из металла с разным соотношением Fe/As. Высокий выход олова в съемы объясняется не только связыванием его в соединения с примесями SnAs и FeSn<sub>2</sub>, но и в виде жидкой пленки по поверхности кристаллов. Цель центробежной фильтрации полнее отделить жидкое олово, не связанное в соединения. В таблице 1 приведен расчет толщины пленки жидкого олова на кристаллах примесей на основе анализов удельной поверхности образцов съёмов по методу адсорбции аргона.

**Таблица 1. Влияние удельной поверхности кристаллов съёмов**

№ проб	анализ % съёмов			Fe/As mol	S, м <sup>2</sup> /г	Вес, % кристаллов	Sn% в кристалл	Sn% металл	δ <sub>пл</sub> микрон
	Fe	As	Sn						
1	13	6,8	80	2,56	0,2	53,8	34	46	0,33
2	2,43	4,28	84,6	0,76	0,2	20,1	2,39	82	0,6
3	0,1	25,8	70,3	0,005	0,37	87,3	60,9	9,4	0,04
4	0,28	0,77	89,5	0,49	0,33	3,26	0,93	89	0,39

Примечание: S- удельная поверхность образца съёмов по методу адсорбции аргона; δ<sub>пл</sub> -толщина пленки олова, микрон

Расчеты в таблице показали, что толщина пленки жидкого олова на кристаллах отфильтрованных съёмов составляет 0,04-0,6 микрон. Перегибы на графиках рис 2 показывают, что удельная поверхность снижается, а толщина пленки сначала увеличивается, затем при соотношении (Fe/As)= 0,76 толщина пленки уменьшается.



**Рис. 2. Влияние избытка железа на величину удельной поверхности кристаллов съёмов и толщины пленки олова на них**

Это по-видимому объясняется тем, что при высокой концентрации железа при соотношении (Fe/As)>0,76, увеличивается доля железа связанного в более крупные соединения FeAs и в FeSn<sub>2</sub>.

Для снижения удельного выхода олова в съемы целесообразно прекращать фильтрацию после удаления основной массы железа. Остаточное железо удалять одновременно с мышьяком, связывая его с марганцем в малорастворимое соединение MnAs. Для этого в расплавленный металл при соотношении Fe/As<0,7 загружалась марганец оловянная лигатура.

После вмешивания в олово марганец-оловянной лигатуры мышьяк взаимодействует с марганцем с образованием малорастворимого соединения MnAs по реакции:



Ничтожная толщина пленки олова на кристаллах не позволяет достаточно полно очистить съемы от олова фильтрацией. Центробежная фильтрация отделяют капли олова в слоях между частицами съёмов.

После охлаждения расплава от 550°С до 500°С в шлифе под микроскопом кристаллы FeSn<sub>2</sub> имеют средний размер 0,08 мм. После охлаждения расплава от

550°C до 300°C средний размер кристаллов FeSn<sub>2</sub> увеличивается до 0,32 мм. Это показывает, что для полноты удаления железа существенно влияет охлаждение расплава до минимальной температуры.

Суспензия мелкодисперсных кристаллов MnAs и MnSn покрыта пленкой олова и на вид представляется как пена, которая не задерживается в щели фильтра. Пена соединений мышьяка растекается по поверхности расплавленного олова с матово коричневым оттенком.

**Таблица 2. Влияние окисления мышьяковистой пены в съемы перемешиванием на воздухе перед фильтрацией**

№	ТоС	Исх олово		Fe/As	кг/час	Анализ съемов		Sn/(Fe+As)	степ.очист	
		Fe%	As%			исх	окис		Fe%	As%
1	350	0,61	1,01	0,60	11,1	6,9	6,65	5,91	96,7	56,3
2	400	0,46	0,76	0,61	8,2	6,86	6,2	5,48	81,2	44,4
3	450	0,64	1,22	0,52	45	6,36	7,85	4,68	98,1	63,5
4	450	0,79	0,96	0,82	8,4	13,7	7,1	2,84	92,2	39,3
5	500	0,64	1,18	0,54	26,1	4,74	4,94	7,11	84,8	47,9
6	550	0,39	1,63	0,24	29,6	3,29	9,43	5,91	82,1	56,3

В таблице 2 приведены опыты по окислению суспензии (пены) примесей в съемы перемешиванием черного олова на воздухе перед фильтрацией.

При окислении пена становится вязкой, расслаивается от олова, затем становится пористой и при дальнейшем перемешивании даже возгораться и превращаться в черный порошок.

Такие порошкообразные съемы заполняют фильтр тонким слоем, так как не проницаемы для циркуляции расплава. Фильтрация протекает с многократными циклами, что снижает производительность.

С увеличением длительности перемешивания увеличивается выход сухих съемов, т.е. увеличивается производительность окисления. С увеличением температуры перемешивания также увеличивается производительность окисления съемов.

**Таблица 3. Ситовая характеристика образца съемов центробежной фильтрации**

фракция, мм	среднее, мм	Дасчетная удельная поверхность S, см <sup>2</sup> /г	доля фракции, %	Интегральное содержание, %
-0,074мм	0,05	58,0	35,3	35,3
-0,1+0,074мм	0,08	2,7	2,6	37,9
-0,14+0,1мм	0,12	12,1	17,65	55,55
-0,2+0,14мм	0,16	3,4	6,7	62,25
-0,45+0,2мм	0,35	4,0	17,2	79,45
-1+0,45мм	0,75	1,6	14,3	93,75
-2+1мм	1,5	0,15	2,65	96,4
+2мм	2,2	0,13	3,6	100

Для снижения содержания олова в съемах, т е уменьшения смачивания кристаллов FeSn<sub>2</sub> оловом суспензию кристаллов, расплав перемешивают на воздухе для окисления поверхности кристаллов.

В таблице 3 приведена ситовая характеристика съёмов после окисления на воздухе.

Состав съёмов: 7,24% As; 0,72% Fe; 9,9% Mn; 16,8% MnSn<sub>2</sub>; 17,1% MnAs; 5,6% SnO<sub>2</sub>; 45% Sn<sub>мет</sub>; удельный выход олова составляет Sn/(As+Fe)=9.

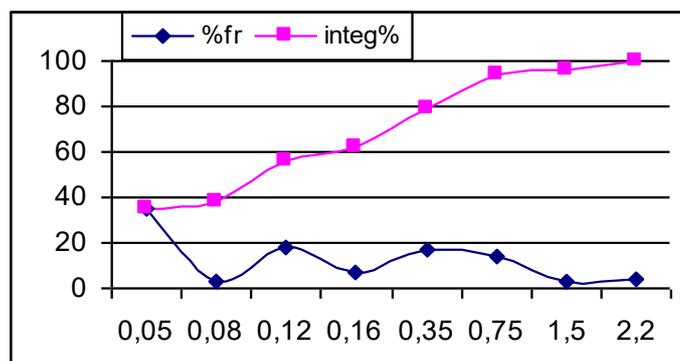


Рис. 3. Гистограмма образца окисленных съёмов

Гистограмма на рис 3 показывает, что пылевидной фракции меньше 0,1мм составляет 50% с удельной поверхностью около 73%. Поэтому производительность фильтрации съёмов занижена, а удельный выход олова в съемы высокий.

При перемешивании черного олова в виде суспензии твердых кристаллов FeSn<sub>2</sub> и MnAs пленки олова на кристаллах окисляются с поверхности, становятся мало смачиваемые. Однако, выход олова зависит от степени окисления не только пленки на кристаллах но и основного металла.

Для наполнения полости фильтра кристаллами из пены в металл вмешивалась навеска древесных опилок как зернистый материал. Металл при заданной температуре перемешивался пропеллерной мешалкой с образованием воронки, и фиксировался момент начала образования сыпучих схемов. После образования сыпучих съёмов в металл погружались тарели центрифуги и проводилось отделение съёмов. В таблице 4 приведены опыты по центробежной фильтрации олова от мышьяка после вмешивания марганцевой лигатуры и древесных опилок.

Таблица 4. Влияние расхода марганца на удаление мышьяка

№ оп	расход Mn\As	Длительность смешивания мин	скорость окисления кг\мин	выход% съёмов	анализ съёмов%		Анализ As %в металле	степень очистки%	Sn/As+Mn
					As	Mn			
1	0,25	15	0,08	3	0,51	1,1	0,05	27,8	61,1
2	0,53	13	0,07	2,37	0,47	1,92	0,05	20,3	40,8
3	1,13	23	0,04	2,1	1	2,3	0,03	41,0	29,3
4	1,82	7	0,11	2	2,18	3,02	0,01	79,3	18,2
5	2,55	7	0,29	5	1,33	2,2	0,01	86,9	27,3

Примечание: Исходная навеска металла-40кг, исходное содержание As-0,055%,

Расход опилок в 0,2кг, Температура 360°C.

Из таблицы 4 видно, что при удельном расходе марганца Mn/As >1,1 резко снижается содержание As в металле после фильтрации, а при удельном расходе марганца Mn/As>1,7 резко возрастает выход съемов.

В условиях фильтрации расплава после обработки расплава с пеной древесными опилками обеспечивают накопление полости фильтра дисперсными частицами. Щель фильтра забивается обуглившимися частицами опилок, которые являются пористым фильтром для мелкодисперсных частиц. Кроме того, частицы сыпучих съемов окислены и мало смачиваются по поверхности оловом. Окисление олова на поверхности кристаллов основано на том, что поверхностные пленки с большей скоростью окисляются, чем в объеме металла.

Вмешивание древесных опилок в металлическую пену на поверхности олова ведет к термической обработке древесных опилок с выделением влаги, смолистых веществ и окиси углерода. В результате пиролиза древесины выделяются летучие вещества. Продуктами пиролиза древесины являются в основном смола, уголь и газы с низким молекулярным весом. Также могут выделяться значительные количества окиси и двуокиси углерода.

Выход летучих веществ из древесины начинается при температуре 200°C, причем скорость их выделения увеличивается с повышением температуры. Сначала происходит разложение целлюлозы, а полное выделение большинства летучих веществ происходит при температуре 400°C [17].

Образующиеся при этом микропоры размером 2-50 нм соизмеримы с размерами адсорбирующихся молекул примесей [18]. С другой стороны выделяющиеся газы при термической обработке древесных опилок создают умеренно окисленную среду. Образцы съемов после фильтрации при 350°C, содержащие 6,8%As, 13%Mn, 80%Sn, в том числе 4,4%SnO<sub>2</sub>, имели удельную поверхность 0,2 м<sup>3</sup>/г, определенную методом адсорбции аргона.

**Таблица 5. Результаты промышленных плавок фильтрации олова от мышьяка**

Плавка	исходный Sn		Мышьяковистые съемы				Выход% съемов	Sn/Fe+As
	Fe,%	As,%	%Sn	%Fe	%As	Mn%		
1-9	0,33	1,64	66,1	4,7	20,6	22,9	6,9	2,6
1-11	0,26	1,06	70,3	4,1	12,7	15,8	6,1	4,2
1-12	0,17	0,96	71,0	3,3	13,8	19,6	4,8	4,1
1-28	0,2	1,3	68,6	2,4	14,3	16,6	7,9	4,1
1-2	0,25	1,13	64,7	3,4	12,3	15,0	7,0	4,1
1-3	0,27	1,58	69,3	3,5	17,8	20,9	7,5	3,3
1-40	0,14	2,73	65,0	0,7	12,9	15,9	19,5	4,8
1-43	0,05	4,1	65,5	0,2	18,5	23,2	21,0	3,5
2-5	0,74	3,65	57,4	4,1	19,4	19,6	17,8	2,4
1-27	0,45	1,07	67,5	5,8	10,9	9,8	7,6	4,0
1-1	0,18	2,55	65,9	1,4	18,9	23,3	12,2	3,2

Расчеты по этим данным показывают, что с 6,8% мышьяка связано 5% марганца. Остальной избыток марганца связан с 34,6% олова. Свободного олова на кристаллах съёмов остается по разности с анализом 45,4%. При среднем размере кристаллов 0,38 микрона при указанной удельной поверхности толщина пленки по расчету составит 0,33 микрона, в том числе толщина пленки окиси олова 0,03 микрона. В общем виде максимальная степень очистки и минимальный удельный выход олова в съемы достигается при нагреве металл до 450°C с последующим охлаждением и фильтрацией при 300°C.

В таблице 5 приведены результаты промышленных плавок фильтрации олова от мышьяка погружаемым центробежным фильтром.

Средний статистический состав отфильтрованных съёмов 3,1% Fe; 15,6% As; 18,4% Mn; 62,9% Sn; удельный выход олова в съемы на единицу удаленных примесей  $Sn/(Fe+As)=3,5$ . Эти результаты в целом подтверждают проведенные опыты.

**Выводы:** Анализ известных способов обработки мышьяк содержащих металлических пен выявил оптимальный вариант окисления. Исследование расхода марганца с введением его в олово с остаточным содержанием железа и после обработки пены древесными опилками при температуре 250-350°C обеспечивает получение зернистых съёмов для удаления из расплавленного олова центробежной фильтрацией погружаемым фильтром. Показаны оптимальные условия снижения удельного выхода олова в съемы.

#### Список используемых источников:

1. Мурач Н.Н., Севрюков Н.Н., Польшкин С.И., Быков Ю.А.- *Металлургия олова*, М, Metallurgizdat, 1964, 351.
2. Авт.св.СССР № 588762 *Способ рафинирования олова от сурьмы и мышьяка*- Дьяков В.Е., Лелюк В.Г., Корюкова Л.М., Степанов Г.И.; опуб Б.И., 1986, № 21.
3. Авт.св.СССР 921263, *Способ рафинирования олова от примесей*. Дьяков В.Е., Семенов А.Е., Соловьев Б.А., Селиванов И. М., Дутельный А.П., Зыкус М.Ю., Никитина В.Д., Галкин Е.А.; опубл.Б.И., 1986, № 21. с. 260.
4. Авт.св.СССР 784364 *Способ рафинирования олова от примесей*. Сутурин С.Н., Корюков Ю.С, Дьяков В.Е, Ду гельный А.П., опубл. Б.И: № 21-86.
5. Авт.св.СССР 840176, *Способ переработки оловянных материалов*. Дьяков В.Е. Сутурин С.Н., Долгов В., Черкасский Р.И., Климентов Б.В., Кувшинов В.А., Литовченко А.П., Кашарнов Н.П., Садыков З.Г., Сулаков В.П, опуб Бу23-81-112.
6. Богданов В.А., Дьяков В.Е. Роднин Ю.Р. *Об образовании мышьяковистого водорода в оловянном производстве и мероприятия по предотвращению его выделения.* // Науч труды ЦНИИолово №1, 1973, с72-74
7. Пат Австралии 523907, *Method for removing arsenic from tin*, Suturin S.N. Dyakov V.E. Dugelni A.P., Korukov J.S. Dvurechenskaya E.D. Semenov A.E. Leljuk V.G. Stepanov G.I. Kozhnova R.V. 21,02,83
8. Авт.св.СССР 479810 *Аппарат для вмешивания в расплав цветных металлов*, Сутурин С.Н, Долгов А.В., Дьяков В.е., Двуреченская Е.Д, Корюков Ю.С., Семенов А.е., Степанов Г.И., опуб БИ 29-75-86.
9. Мурач Н.Н. *Некоторые вопросы теории и практики огневого рафинирования олова* \ Журн. прикл. химии 1954, т32, №3, с556-563.
10. Pat GB (Англия) 1385799- *Method and apparatus to refine melt from solid impurities*, Dolgov A.V., Dyakov V.E., Suturin S.N, Bauer E.T., Deev S.L., Semenov A.E., Perkis L.V., Konovalov L.V. 26,02,75.
11. Авт.св.СССР 923197, *Аппарат центробежной фильтрации расплава от твердых примесей*, Сутурин С.Н., Семенов А.Е., Бауэр Е.Т., Дьяков В.Е., Корюков Ю.С, опуб. Бу№34-1996 с-251.
12. Авт.св.СССР 647942, *Способ рафинирования олова от примесей*, Дьяков В.Е., Ю.С. Корюков, С.Н. Сутурин, Е.Д. Двуреченская, В.Г. Лелюк, опуб №7-2012-380.
13. Авт.св.СССР 936630, *Способ рафинирования олова от мышьяка*: Сутурин С.Н., Дьяков В.Е., Корюков Ю.С., Семенов А.Е., Дугельный А.П., Двуреченская Е.Д., Степанов Г.И., Опуб №31-2011с1126.

14. Авт.св.СССР 671410, Способ рафинирования олова от мышьяка, Сутурин С.Н., Корюков Ю.С., Дьяков В.Е., Двуреченская Е.Д., Дугельный А.П., Лелюк В.Г., Оуб.№31-2011с.1128.
15. Авт.св.СССР 611539, Способ рафинирования олова от мышьяка, -Сутурин С.Н., Корюков Ю.С., Дьяков В.Е., Двуреченская Е.Д., Семенов А.Е., Лелюк В.Г., Степанов Г.И Оуб №37-1992-с227
16. Пат РФ2075527, Центрифуга для фильтрации расплава, Дьяков-В.Е. Оуб БИН№ 8-1997-с183.
17. Кислицин А.Н. Пиролиз древесины: химизм, кинетика, продукты, новые процессы. М.: Лесная промышленность, 1990. 311с.
18. Дубинин М.М. Пористая структура активных углей и кинетика адсорбции // сб «Углеродистые адсорбенты и их получение в промышленности, Наука, 1983, с116-125.

---

© 2016, Дьяков В.Е.

*Окисление металлической пены на поверхности при центробежной фильтрации расплавленного олова*

---

© 2016, Dyakov V.E.

*Oxidation of the metal foam on the surface when the centrifugal filtration of molten tin*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.120

Поступила (Received): 24.10.2016

**Дядин М.О., Антонюк О.В., Прокопенко В.С.**  
**Анализ эффективности производительности сепараторов**

**Dyadin M.O., Antonyuk O.V., Prokopenko V.S.**  
**Analysis of the effectiveness of the performance of the separators**

*Рост объемов использования высокодисперсных материалов в самых различных областях материального производства, возросшие требования к гранулометрической однородности и материалному составу порошков диктуют насущную необходимость замены устаревших схем гравитационного разделения и внедрения на производстве высокоэффективных центробежных сепараторов. Экономический потенциал их использования наглядно демонстрирует тот факт, что в производстве высокодисперсных порошков, только за счет перехода с открытого цикла помола на замкнутый производительность мельниц может быть увеличена на 25-40%, а расход энергии и мелющего металла снижен в среднем на 15-30%*

**Ключевые слова:** сепаратор, производительность, фракции

**Дядин Максим Олегович**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Антонюк Олег Валентинович**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Прокопенко Владислав Станиславович**

Ассистент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

*The growth in the use of fine materials in a variety of areas of material production, the increased requirements to the granulometric uniformity and the material composition powders dictate the urgent need to replace obsolete schemes are gravity separation and deployment on the production of high performance centrifugal separators. The economic potential of their use demonstrates the fact that in the production of fine powders, only due to the transition from open loop to closed grinding productivity of the mills may be increased by 25-40%, and the consumption of energy and grinding metal are reduced on the average by 15-30%*

**Key words:** separator, performance, fraction

**Dyadin Maxim Olegovich**

Student

Belgorod state technological university  
named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Antoniuk Oleg Valentinovich**

Student

Belgorod state technological university  
named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Prokopenko Vladislav Stanislavovich**

Assistant

Belgorod state technological university  
named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

Благодаря улучшенной внутренней конструкции сепараторы Christian Pfeiffer, как правило, имеют, согласно кривой разделения, байпас менее 5 %. Байпас показывает, какая часть готового продукта попадает в крупку. Чем ниже

байпас, тем эффективнее работает сепаратор. Если к тому же сепаратор оснащается фильтром (вместо циклона), то подающийся свежий воздух охлаждает крупку и готовый продукт, что ведет к снижению температуры цемента. Перевод на замкнутый цикл означает установку на предприятии новых агрегатов – аэрожелобов, ковшового элеватора, сепаратора с вентилятором и с фильтром или циклонами. Следовательно, общее потребление энергии увеличивается. Однако при переходе на замкнутый цикл с установкой сепаратора достигается рост производительности мельницы в среднем на 20-30 %. В результате удельное энергопотребление (т. е. расход электроэнергии при работе всего потребляющего её оборудования помольной системы на тонну готового продукта) снижается на 20 % и более [1, 4-8].

Так, на ЗАО «Мордовцемент» при переводе двух существующих шаровых мельниц диаметром 3,2 м на работу в замкнутом цикле производительность каждой из них увеличилась на 30 % (с 50 до 65 т/ч), и одновременно удельное энергопотребление при помоле снизилось на 19,7 % (с 29,0 до 23,3 кВт · ч/т).

Похожие показатели были достигнуты на заводе «КаспийЦемент» при переводе на работу в замкнутом цикле двух цементных шаровых мельниц диаметром 3,2 м. Производительность каждой из них увеличилась на 28,2 % (с 39 до 50 т/ч) при снижении удельного энергопотребления помола на 21,4 % (с 41 до 32,2 кВт · ч/т).

Гравитационно-центробежный сепаратор «КАСКАД-М4» является универсальным оборудованием, которое обеспечивает неизменно высокое качество разделения при работе с порошкообразными материалами самого различного происхождения. Благодаря компактным размерам и небольшому весу данная модель сепаратора не требует сооружения массивного фундамента и может быть размещена в непосредственной близости от помольного агрегата, сократив тем самым протяженность транспортной системы [2,3].

Сегодня гравитационно-центробежные сепараторы «КАСКАД-М4» могут найти применение в различных отраслях производственной деятельности, как во вновь создаваемых, так и модернизируемых технологических линиях:

- В производстве строительных материалов, в частности для получения микронаполнителей, активных минеральных добавок, шлакощелочных вяжущих, цемента и т.д.;

- В химической промышленности для получения высокодисперсных порошков;

- В производстве керамических и композиционных материалов;

- На предприятиях горнодобывающей промышленности для извлечения ценных компонентов, подготовки и обогащения сырья.

Воздушно проходной сепаратор «КАСКАДМ4» (ВПС) с регулируемым направляющим аппаратом и статической зоной разделения широко применяется в комбинации с мельницами для разделения сыпучих материалов в диапазоне крупности от 63 до 400 мкм. Преимущество направляющего аппарата заключается в том, что механизм состоит из поворотных лопаток, закручивающих воздушный поток. Регулировка границы разделения производится поворотом

лопаток направляющего аппарата, что позволяет изменять текущий радиус вихря, а значит, и тангенциальную скорость частиц.

По проведённым опытам на заводе «ТЕХПРИБОР» (г. Щекино, Тульская обл.), сепаратор «КАСКАД – М4» показал не высокие результаты эффективности, как было запланировано ранее. Эффективность разделения воздушно-проходного сепаратора «КАСКАД-М4» (ВПС) по технологической границе разделения 71 мкм составила 57,5 %, что является вполне обычным показателем работы классификаторов данной конструкции. Качество тонкого продукта полученного на воздушно-проходном сепараторе «КАСКАД – М4» была равна 79,41% [9-11].

Таким образом, использование современного оборудования воздушной классификации позволяет не только получать порошки более высокой фракционной чистоты, что зачастую является синонимом качества продукта, но и существенно (в данном случае примерно на 28 %) уменьшить циркуляцию «мелочи», а следовательно, настолько же повысить производительность мельниц в производстве минеральных порошков.

#### Список используемых источников:

1. Sharapov R.R., Prokopenko V.S. Modeling of the separation process in dynamic separators // *World Applied Sciences Journal*. 2013. Т. 25. № 3. С. 536-542.
2. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Прокопенко В.С. Гидравлическое сопротивление концентратора // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2015. № 6. С. 160-163.
3. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2016. № 3. С. 87-90.
4. Липилин А. Б., Коренюгина Н. В., Векслер М. В. Мельницы могут работать эффективнее // *Полимерные материалы* 2013. №10 С.14-17.
5. Орехова Т.Н., Прокопенко В.С. Тонкодисперсные порошки для асфальтобетона // *Научный альманах*. 2016. № 1-1 (15). С. 465-467.
6. Прокопенко В.С., Шарапов Ринат Р., Агарков А.М., Шарапов Р.Р. Оптимизация работы оборудования для получения тонкодисперсных порошков // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2015. № 1. С. 80-83.
7. Харламов Е.В. Шарапов Р.Р., Степанов М.А. Методика расчета аппарата для разделения железосодержащего минерального сырья // *Механизация строительства*. 2014. № 6 (840). С. 28-32.
8. Харламов Е.В. Шарапов Р.Р., Степанов М.А. Методика расчета аппарата для разделения железосодержащего минерального сырья // *Механизация строительства*. 2014. № 6 (840). С. 28-32.
9. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Харламова В.В., Прокопенко В.С. Сепаратор кипящего слоя для разделения минерального сырья // *Механизация строительства*. 2015. № 8 (854). С. 37-39.
10. Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Агарков А.М., Прокопенко В.С. Уравнение движения взвешенной в потоке воздуха частицы в концентраторе // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2015. № 5. С. 175-178.
11. Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С., Шарапов Ринат Р., Агарков А.М. Моделирование процесса разделения тонкодисперсных материалов в динамических сепараторах // *Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова*. 2015. № 2. С. 84-89.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.123

Поступила (Received): 03.10.2016

**Дядин М.О., Шубин В. В., Антонюк О. В, Прокопенко В.С.**  
**Экспериментальные исследования аэродинамических**  
**характеристик воздушного затвора**

**Dyadin M.O., Shubin V.V., Antonyuk O.V., Prokopenko V.S.**  
**Experimental investigation of aerodynamic characteristics**  
**of an air shutter**

Основной причиной снижения величины потерь давления в системе, вызывается падением скорости воздуха через неплотности. Причем снижение потерь давления в тракте – будет обуславливать рост объемов воздуха, перемещающихся по желобу, при любом месте и способе подачи рециркуляционного потока, если он не создает дополнительного гидравлического сопротивления (помех) на пути движения эжектируемого потока воздуха

**Ключевые слова:** гидравлическое сопротивление, аэродинамическом характеристик, рециркуляция

**Дядин Максим Олегович**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Шубин Владислав Витальевич**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Антонюк Олег Валентинович**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Прокопенко Владислав Станиславович**

Ассистент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

The main reason for the decrease in pressure losses in the system caused by drop in air velocity through leakage. Moreover, reduction of pressure losses in the tract will condition the growth in the volume of air moving through the chute, in any place and manner of filing return, if it does not create additional hydraulic resistance (interference) to the movement of erectionmale air flow

**Key words:** hydraulic resistance, aerodynamic characteristics, recycling

**Dyadin Maxim Olegovich**

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Shubin Vladislav Vitalyevich**

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Antoniuk Oleg Valentinovich**

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

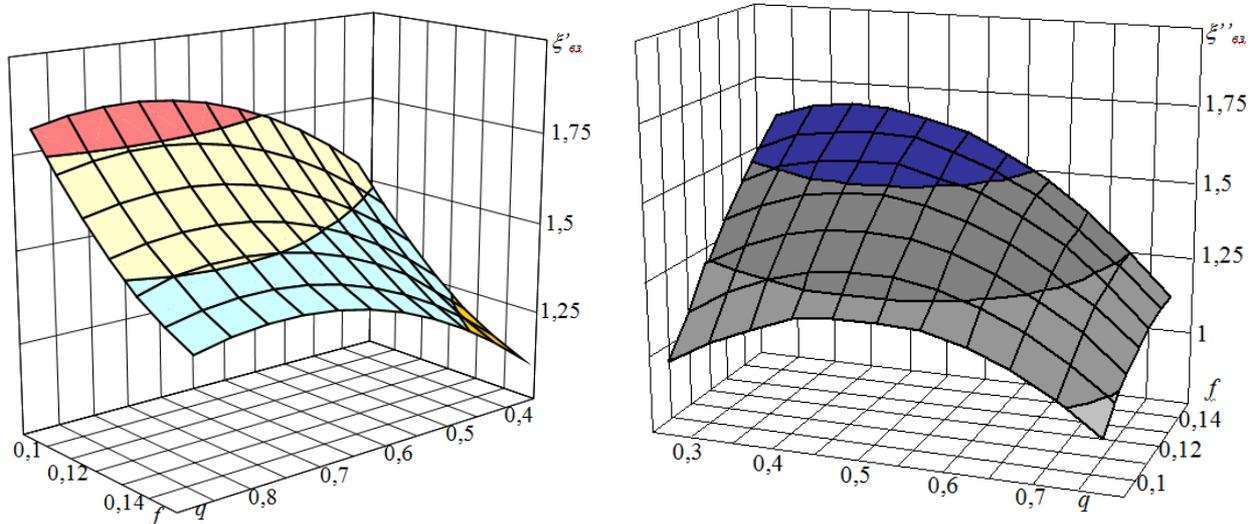
**Prokopenko Vladislav Stanislavovich**

Assistant

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

Основной целью проводимых экспериментальных исследований являлось уточнение величины гидравлического сопротивления воздушных затворов и аэродинамических характеристик аспирационной системы. Исследования проводились на специально разработанном лабораторном стенде, позволяющем имитировать работу АС перегрузочного узла на холостом ходу, т.е. при отсутствии эжекции воздуха сыпучим материалом. Что на практике может наблюдаться при неработающем или незагруженном подающем конвейере [1].

Определялось влияние отношений расходов  $Q_p / Q_{жс} = q$  и отношений площадей  $S_{щ} / S_{жс} = f$  на коэффициента местных сопротивлений воздушного затвора. Степени влияния  $f$  и  $q$  на величину КМС воздушного затвора приблизительно равнозначны (рис. 1), т.е. уровень задаваемого гидравлического сопротивления может быть получен как за счет изменения расхода в линии рециркуляции, так и за счет изменения высоты щелей воздушных затворов [2-5].



**Рис.1. Поверхности отклика  $f$  и  $q$  КМС воздушных затворов**

При изменении  $q$  от 0,55 до 0,85 величина КМС однощелевого ВЗ практически стабильна и незначительно отличается от максимального значения, достигаемого при  $q \approx 0,7$ . Существенное увеличение гидравлического сопротивления однощелевого затвора (в указанном диапазоне изменения  $q$ ) может быть достигнуто за счет уменьшения высоты щели, т.е. увеличения скорости воздуха в ней. Однако, уменьшение высоты щели, т.е. ее площади, повлечет за собой повышение гидравлического сопротивления в линии рециркуляции [6-9].

Для двухщелевого ВЗ наивысшее гидравлическое сопротивление наблюдается в более узком диапазоне изменения  $q$ , который с увеличением высоты щели смещается в сторону снижения объёмов воздуха в линии рециркуляции.

При увеличении относительного расхода рециркуляционного воздуха как для однощелевого, так и двухщелевого затвора имеет место рост, а затем после некоторой стабилизации падение гидравлического сопротивления. На наш взгляд, данный процесс можно объяснить следующим.

Истекающая из щели плоская струя рециркуляционного воздуха отклоняется сносимым потоком, поступающим из верхнего укрытия в желоб, и в конечном

итоге разрушается. Причем разрушение ядра струи может наступить как до, так и после поворота на 90°. С увеличением скорости истечения, отклоняющаяся в меньшей степени плоская струя перекрывает большую часть сечения желоба, что и способствует росту гидравлического сопротивления. Но с другой стороны, если струя, совершив поворот под углом 90°, сохранила свою динамическую структуру, то она будет способствовать эжекции сносящего воздушного потока, расположенного между ней и противоположной стенкой желоба, что объясняет падение гидравлического сопротивления ВЗ при больших значениях  $q$ . Особенно резкое падение величины КМС наблюдается у двухщелевого ВЗ, так как отклонению струи у него способствует не только сносящий поток, но и встречная струя воздуха, которая при больших  $q$  в отличие от неподвижной стенки желоба, будет не препятствовать, а способствовать эжектирующему действию струи [10-13].

Зависимости, представленные на рис.1, говорят о целесообразности применения однощелевого ВЗ при больших ( $q \approx 0,55...0,85$ ), а двухщелевого – при малых ( $q \approx 0,25...0,5$ ) объемах рециркуляции.

#### Список используемых источников:

1. Sharapov R.R., Prokopenko V.S. Modeling of the separation process in dynamic separators // World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 25. № 3. С. 536-542.
2. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Прокопенко В.С. Гидравлическое сопротивление концентратора // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 160-163.
3. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 3. С. 87-90.
4. Липилин А. Б., Коренюгина Н. В., Векслер М. В. Мельницы могут работать эффективнее // Полимерные материалы 2013. №10 С.14-17.
5. Орехова Т.Н. Определение производительности пневмосмесителя сухих строительных смесей с учётом анализа устройств смесительных агрегатов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. № 3. С. 65-68.
6. Орехова Т.Н., Прокопенко В.С. Тонкодисперсные порошки для асфальтобетона // Научный альманах. 2016. № 1-1 (15). С. 465-467.
7. Прокопенко В.С., Шарапов Ринат Р., Агарков А.М., Шарапов Р.Р. Оптимизация работы оборудования для получения тонкодисперсных порошков // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 1. С. 80-83.
8. Романович А.А., Орехова Т.Н., Мещеряков С.А., Прокопенко В.С. Технология получения минеральных добавок // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 188-192.
9. Харламов Е.В. Шарапов Р.Р., Степанов М.А. Методика расчета аппарата для разделения железосодержащего минерального сырья // Механизация строительства. 2014. № 6 (840). С. 28-32.
10. Харламов Е.В. Шарапов Р.Р., Степанов М.А. Методика расчета аппарата для разделения железосодержащего минерального сырья // Механизация строительства. 2014. № 6 (840). С. 28-32.
11. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Харламова В.В., Прокопенко В.С. Сепаратор кипящего слоя для разделения минерального сырья // Механизация строительства. 2015. № 8 (854). С. 37-39.
12. Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Агарков А.М., Прокопенко В.С. Уравнение движения взвешенной в потоке воздуха частицы в концентраторе // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 175-178.
13. Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С., Шарапов Ринат Р., Агарков А.М. Моделирование процесса разделения тонкодисперсных материалов в динамических сепараторах // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2015. № 2. С. 84-89.

© 2016, Дядин М.О., Шубин В. В., Антонюк О. В., Прокопенко В.С.

Экспериментальные исследования аэродинамических характеристик воздушного затвора

© 2016, Dyadin M.O., Shubin V.V., Antonyuk O.V., Prokopenko V.S.

Experimental investigation of aerodynamic characteristics of an air shutter

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.126

Поступила (Received): 03.10.2016

**Дядин М.О., Шубин В.В., Антонюк О.В., Прокопенко В.С.  
Экспериментальные исследования аэродинамических  
характеристик системы аспирации с принудительной  
рециркуляцией**

**Dyadin M.O., Shubin V.V., Antonyuk O.V., Prokopenko V.S.  
Experimental investigation of aerodynamic characteristics  
aspiration system with forced recirculation**

Наиболее эффективным и распространенным способом борьбы с сосредоточенными источниками пылеобразования является аспирация. Укрытие источника пылевыделения снабжается местным отсосом, создающим в нем разрежение, под действием которого в местах неплотностей формируется встречный воздушный поток, препятствующий поступлению пыли в производственное помещение. Таким образом, осуществляется локализация источника. Аспирируемый из укрытия запыленный воздух подается на очистку в пылеулавливающий аппарат, после чего выбрасывается вентилятором в атмосферу

**Ключевые слова:** аспирация, аэродинамическое сопротивление, рециркуляция

**Дядин Максим Олегович**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Шубин Владислав Витальевич**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Антонюк Олег Валентинович**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

The most common and effective way of dealing with the concentrated dust sources is the aspiration. Covering the source of dust emission is supplied with local fume extraction, creating it a vacuum, under the action of which in places of leaks is formed by the counter air flow, preventing ingress of dust in the workplace. Thus, localization of the source. Aspirated from the shelter the dusty air is cleaned in the dust removal device, then discharged by the fan into the atmosphere

**Key words:** aspiration, aerodynamic resistance, recycling

**Dyadin Maxim Olegovich**

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Shubin Vladislav Vitalyevich**

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Antoniuk Oleg Valentinovich**

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Прокопенко Владислав Станиславович**  
 Ассистент  
 Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
 г. Белгород, ул. Костюкова, 46

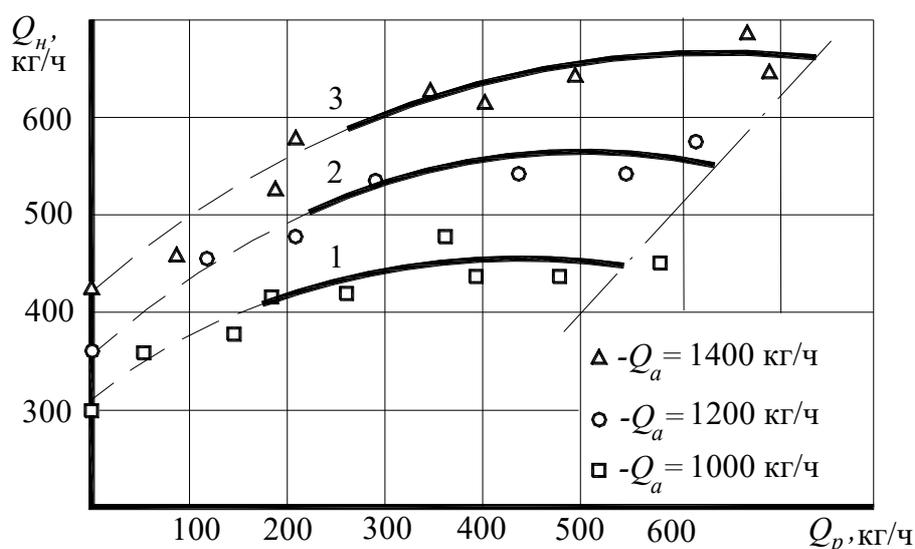
**Prokopenko Vladislav Stanislavovich**  
 Assistant  
 Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
 Belgorod, Kostyukova st., 46

В процессе проведения исследований определялись экспериментальные зависимости составляющих объемов аспирации от гидравлического сопротивления тракта "верхнее укрытие – желоб – нижнее укрытие", и производилось их сравнение с расчетными.

На рис.1 представлены зависимости объемов воздуха, просасываемых через неплотности укрытия  $Q_n$  от объемов рециркуляции  $Q_p$  при постоянном расходе аспирируемого воздуха  $Q_a$ . Увеличение  $Q_n$  связано с повышением разрежения в укрытии, вызванного ростом гидравлического сопротивления тракта – "желоб – нижнее укрытие" на величину, обусловленную действием одноцелевого ВЗ, о чем свидетельствует также характер изменения кривых 1...3, напоминающий зависимости для КМС воздушного затвора [5-8].

При  $q=0$  и объемах аспирации  $Q_a=1400$  кг/ч, имеем обычную АС с разрежением в укрытии, характеризуемом величиной  $Q_n=420$  кг/ч (кривая 3). При объемах рециркуляции  $Q_p=400$  кг/ч и  $Q_a=1000$  кг/ч (кривая 1), имеем систему аспирации с принудительной рециркуляцией, позволяющую увеличить разрежение в укрытии ( $Q_n=480$  кг/ч) в сравнении с обычной АС и снизить объемы аспирации на 30 %.

Однако данные результаты были получены при минимально-возможном аэродинамическом сопротивлении верхнего укрытия экспериментального стенда. При увеличении сопротивления верхнего укрытия, достигаемого за счет установки металлических сеток, относительное изменение  $Q_n$  менялась как количественно, так и качественно [1-4].



**Рис. 1. Зависимость  $Q_n$  от  $Q_p$  при  $Q_a = const$ : 1...2 – расчетные;  $\Delta, O, \square$  – экспериментальные значения**

Изменение объемов эжектируемого воздуха с ростом расхода в линии рециркуляции носит также неоднозначный характер (рис.2).

Кривые 1...4 свидетельствуют о снижении объемов эжектируемого воздуха при постоянстве разрежения  $P_y$  укрытия, т.е. в данном случае рост объемов рециркуляции до  $q \approx 0,9$  позволяет снизить расход аспирируемого воздуха за счет падения  $Q_{ж}$ .

При увеличении сопротивления нижнего укрытия, за счет уменьшения зазора  $H_p$  между торцом вертикальной перегородки укрытия и лентой транспортера, также имеет место снижение объемов эжекции (кривая 5), но в данном случае величина  $Q_{ж}$  снижается на 14 %, а для кривой 1 при том же разрежении в укрытии сокращение объемов эжекции составит 21 %. Следовательно, повышение гидравлического сопротивления нижнего укрытия, в конечном итоге, приведет к независимости объемов эжектируемого воздуха от расхода в линии рециркуляции системы [9-11].

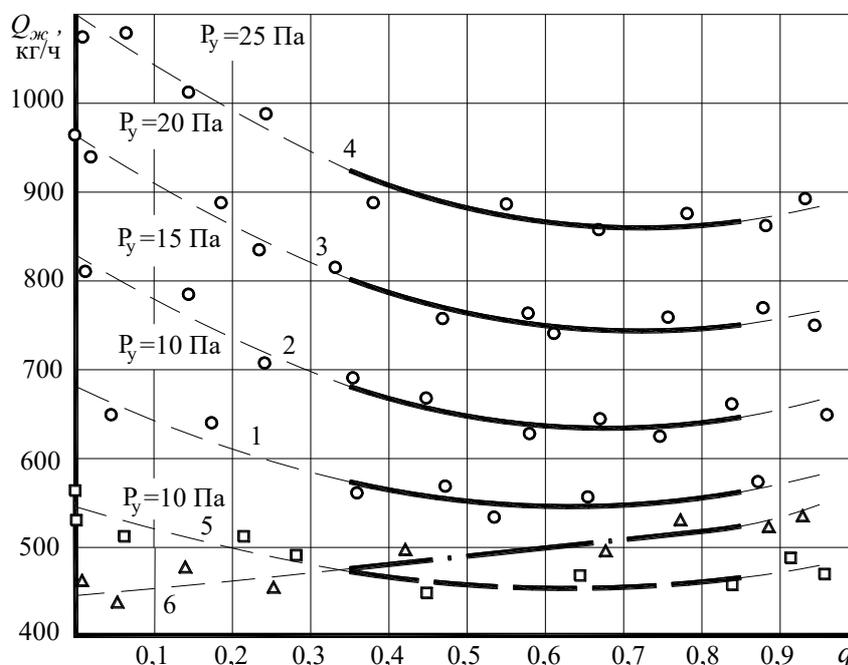


Рис. 2. Зависимость  $Q_{ж}$  от  $q$  при  $P_y = const$ : 1...6 – расчетные;  $\Delta, \square$  – экспериментальные значения

Кривая 6 была получена при установке в верхнем сечении желоба металлической сетки, имитирующей верхнее укрытие, обладающее высоким гидравлическим сопротивлением. В данном случае применение рециркуляции является нецелесообразным, так как увеличиваются объемы эжекции, что может быть объяснено следующим образом.

**Список используемых источников:**

1. Sharapov R.R., Prokopenko V.S. Modeling of the separation process in dynamic separators // World Applied Sciences Journal. 2013. T. 25. № 3. С. 536-542.  
 2. Агарков А.М., Шарпов Р.Р., Бойчук И.П., Прокопенко В.С. Гидравлическое сопротивление концентратора // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 160-163.

3. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 3. С. 87–90.
4. Липилин А. Б., Коренюгина Н. В., Векслер М. В. Мельницы могут работать эффективнее // Полимерные материалы 2013. №10 С.14-17.
5. Орехова Т.Н., Прокопенко В.С. Тонкодисперсные порошки для асфальтобетона // Научный альманах. 2016. № 1-1 (15). С. 465-467.
6. Прокопенко В.С., Шарапов Ринат Р., Агарков А.М., Шарапов Р.Р. Оптимизация работы оборудования для получения тонкодисперсных порошков // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 1. С. 80-83.
7. Харламов Е.В. Шарапов Р.Р., Степанов М.А. Методика расчета аппарата для разделения железосодержащего минерального сырья // Механизация строительства. 2014. № 6 (840). С. 28-32.
8. Харламов Е.В. Шарапов Р.Р., Степанов М.А. Методика расчета аппарата для разделения железосодержащего минерального сырья // Механизация строительства. 2014. № 6 (840). С. 28-32.
9. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Харламова В.В., Прокопенко В.С. Сепаратор кипящего слоя для разделения минерального сырья // Механизация строительства. 2015. № 8 (854). С. 37-39.
10. Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Агарков А.М., Прокопенко В.С. Уравнение движения взвешенной в потоке воздуха частицы в концентраторе // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 175-178.
11. Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С., Шарапов Ринат Р., Агарков А.М. Моделирование процесса разделения тонкодисперсных материалов в динамических сепараторах // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2015. № 2. С. 84-89.

---

© 2016, Дядин М.О., Шубин В.В., Антонюк О.В., Прокопенко В.С.

*Экспериментальные исследования  
аэродинамических характеристик системы  
аспирации с принудительной рециркуляцией*

---

© 2016, Dyadin M.O., Shubin V.V., Antonyuk O.V., Prokopenko V.S.

*Experimental investigation of aerodynamic  
characteristics aspiration system with forced  
recirculation*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.130

Поступила (Received): 02.10.2016

## Дядин М.О., Шубин В. В., Прокопенко В.С. Обзор конструкций рабочего органа роторного траншейного экскаватора

**Dyadin M.O., Shubin V.V., Prokopenko V.S.  
Review of designs of a working body of the rotary trench excavator**

Прежде чем начать анализ роторного траншейного экскаватора необходимо разобраться с назначением данной машины. Экскаватор непрерывного действия на гусеничном или шагающе-рельсовом ходовом оборудовании разрабатывающий грунт породу с помощью рабочих элементов (ковш, скребок или резцов), укрепленными на роторном колесе. Различаются траншейные роторные экскаваторы – машины продольного копания, предназначенные для отрывания траншей, и роторные стреловые экскаваторы – машины радиального копания, предназначенные для карьерных и добычных работ  
**Ключевые слова:** роторный траншейный экскаватор, эффективность, резание

**Дядин Максим Олегович**  
Студент  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Шубин Владислав Витальевич**  
Студент  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Прокопенко Владислав Станиславович**  
Ассистент  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

Before starting the analysis of the rotary trench excavator, you need to understand the purpose of the machine. Excavator continuous operation or stepping on crawler-track undercarriage equipment developing ground rock using work items (buckets, scrapers or cutters), mounted on a rotary wheel. Different rotary trench excavators machine longitudinal digging, is intended for digging out trenches, and rotary jib excavators machines radial digging designed for quarrying and mining

**Key words:** rotary trenchers, efficiency, cutting

**Dyadin Maxim Olegovich**  
Student  
Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Shubin Vladislav Vitalyevich**  
Student  
Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Prokopenko Vladislav Stanislavovich**  
Assistant  
Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

В Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Тихоокеанский государственный университет" авторами (Шемякин С. А. Чебан А. Ю. Афанасьев Д.Г. Еренков А.В.) была предложена «Рабочий орган роторного траншея копателя» (патент РФ №

2421575) (рис.1), задачей которого, повышение эффективности работы роторных траншейных экскаваторов в крепких и мерзлых грунтах [1-4].

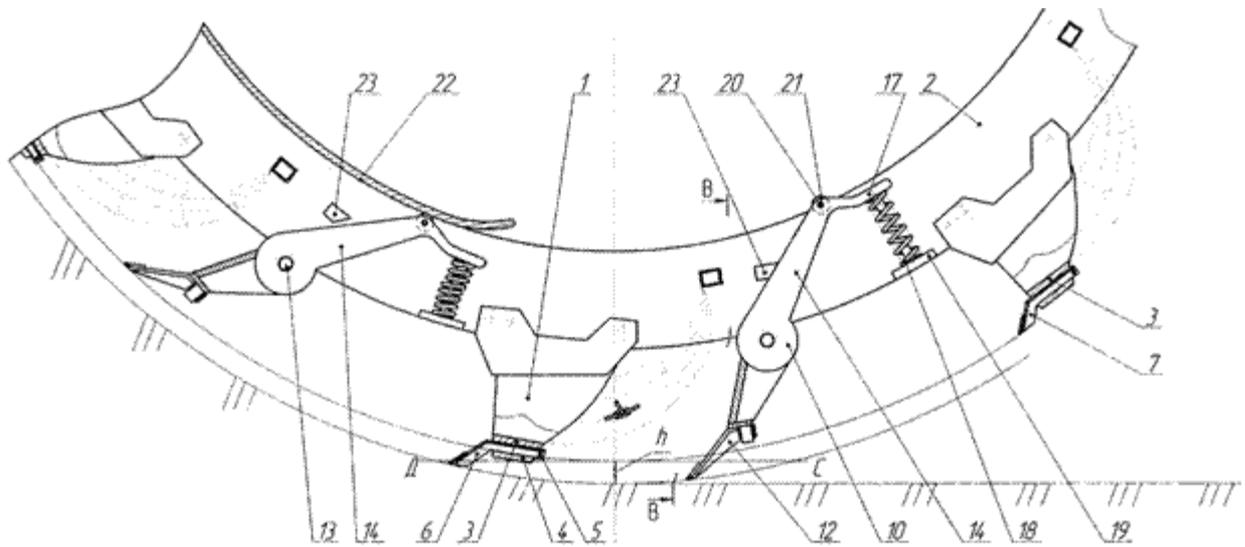


Рис. 1. Часть ротора с ковшами и режущими периметрами

Изобретение относится к землеройной технике, а именно к рабочим органам роторных траншейных экскаваторов, и может быть использовано при отрывке траншей под магистральные трубопроводы в крепких и мерзлых грунтах.

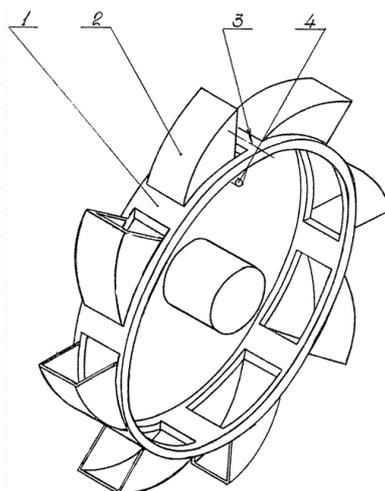
Рабочий орган роторного траншейного экскаватора содержит ковши 1, закрепленные жестко к кольцам ротора 2. На режущие кромки 3 ковшей 1 с помощью зубодержателей 4 и шплинтов 5 установлены нормальные по вылету в сторону забоя зубья 6 и укороченные зубья 7 по ступенчато-шахматным схемам. Ступенчато-шахматная схема расстановки укороченных зубьев 7 смещена перпендикулярно относительно продольной плоскости 8 ротора на расстояние, равное половине расстояния между линиями резания нормальных по вылету в сторону забоя зубьев 6 и на один ковш относительно расстановки этих зубьев 6. Нормальные по вылету в сторону забоя зубья 6 и укороченные зубья 7, перенесенные со всех ковшей на один условный. Нормальные по вылету в сторону забоя зубья 6 имеют свои линии резания 9. Между каждыми соседними ковшами по ободу колец ротора 2 установлены режущие периметры 10. Режущие периметры 10 состоят из криволинейной пластины 11, к которой закреплены зубья 12 с вылетом в сторону забоя той же величины, что у нормальных по вылету в сторону забоя зубьев 6 ковшей 1. Криволинейная пластина 11 простирается от одного кольца 2 ротора до другого и по концам имеет шарниры 13 и двуплечие рычаги 14. Режущие периметры 10 закреплены к кольцам ротора 2 в шарнирах 13 при помощи пальцев 15 и проушин 16, приваренных к кольцам ротора 2. Двуплечие рычаги 14 представляют собой единое целое с режущим периметром 10, имеют г-образную форму, свободные плечи 17 которых опираются на пружины 18, установленные на кронштейны 19. Кронштейны 19 жестко закреплены к внутренним сторонам колец ротора 2. На сгибе двуплечих рычагов 14 установлены шарнирно с помощью осей 20 ролики 21, которые имеют возможность контактирования с ограничительным щитом 22. Ограничительные щиты 22

устанавливаются на рабочие органы всех роторных траншейных экскаваторов. К внутренним сторонам колец ротора 2 жестко закреплены упоры 23 с возможностью их контакта двуплечими рычагами 14. Режущие кромки зубьев 12 режущих периметров 10 располагаются в линиях прохода 24 по забою укороченных зубьев 7 ковшей 1.

Рабочий орган роторного траншейного экскаватора работает следующим образом. При копании траншей нормальные по вылету в сторону забоя зубья 6 проводят резание грунта, а остающиеся целики между прорезями после прохода этих зубьев 6 подрезают укороченные зубья 7 и тем самым предотвращают соприкосновение грунта с режущими кромками 3 ковшей 1.

Таким образом, использование предлагаемой конструкции по сравнению с прототипом позволяет обеспечить проектной глубины копания путем срезания непроработанных выступов грунта на дне траншеи.

В городе Владимир автором (Дядченко Н.П.) был предложен «Рабочий орган роторного экскаватора» (патент РФ № 2504621) (рис.2), техническим результатом которого, является возможность рабочего органа роторного экскаватора использования в городской черте [5,6].



**Рис. 2. Рабочий орган роторного экскаватора**

Рабочий орган роторного экскаватора включает установленное на подвижной платформе с возможностью вращения вокруг горизонтальной оси рабочее колесо 1 в форме цилиндрического барабана с расположенными по его периферии ковшами 2 с режущими кромками, боковыми и задними стенками. Ковши 2 крепятся на рабочем колесе 1 шарнирно по схеме балансирной подвески. Конструктивно и технологически одинаковые по исполнению балансиры 4, имеющие пружинящие подложки-продолжения, примыкающие к барабану, с внутренней стороны колесного барабана поджаты к барабану упругоподатливой лентой, свернутой в рулон.

При этом лента, свернутая в рулон, может быть выполнена в виде пневмо- или гидрозаполненной полости или в виде металлической полосы, имеющей на концах контакты подключения ЭДС.

Таким образом, предлагаемое техническое решение, по мнению заявителя, является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо.

**Список используемых источников:**

1. Sharapov R.R., Prokopenko V.S. Modeling of the separation process in dynamic separators // *World Applied Sciences Journal*. 2013. Т. 25. № 3. С. 536-542.
2. Азарков А.М., Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2016. № 3. С. 87-90.
3. Орехова Т.Н., Прокопенко В.С. Тонкодисперсные порошки для асфальтобетона // *Научный альманах*. 2016. № 1-1 (15). С. 465-467.
4. Рабочий орган роторного траншейного экскаватора: пат 2421575 Рос. Федерация; заявл. 2010-11-0; опубл. 20.06.2011
5. Рабочий орган роторного экскаватора: пат. 2504621 Рос. Федерация; заявл. 2012-11-09; опубл. 20.04.2014
6. Шарапов Р. Р., Прокопенко В.С., Шарапов Ринат Р., Азарков А.М., Моделирование процесса разделения тонкодисперсных материалов в динамических сепараторах // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*, 2015. № 2. С. 84-89.

© 2016, Дядин М.О., Шубин В. В., Прокопенко В.С.  
Обзор конструкций рабочего органа роторного траншейного экскаватора

© 2016, Dyadin M.O., Shubin V.V., Prokopenko V.S.  
Review of designs of a working body of the rotary trench excavator

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.134

Поступила (Received): 31.10.2016

**Евсеев А.Г.****Автоматические системы контроля систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре****Evseev A.G.****Automatic control system of warning systems and evacuation in case of fire**

В данной статье рассмотрены вопросы, касающиеся автоматических систем контроля систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

**Ключевые слова:** система оповещения людей при пожаре

*This article discusses issues relating to the automatic warning systems and control systems of evacuation in case of fire*

**Key words:** people warning system in case of fire

**Евсеев Алексей Георгиевич**

Магистрант, инспектор

Тольяттинский государственный университет

г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

**Evseev Aleksey Georgievich**

Master, Inspektor

Togliatti state university

Togliatti, Belarusskaya st., 14

Одним из основных требований к системам оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) является контроль их работоспособности, а именно: контроль целостности линий оповещения. Так, в соответствии с требованиями п. 3.4 СП 3.13130.2009, радиоканальные соединительные линии, а также соединительные линии в СОУЭ с речевым оповещением должны быть обеспечены, кроме того, системой автоматического контроля их работоспособности. Приборы управления системами оповещения и эвакуации людей при пожаре имеют множество разнообразных функций, среди которых можно выделить контроль цепей исполнительных устройств как одну из важнейших.

Можно отметить, что в основном выделяют четыре способа контроля цепей нагрузок в общей классификации методов контроля:

- контроль через дополнительные линии;
- контроль по импедансу (по установленной мощности);
- контроль по адресным меткам;
- контроль по постоянному току с применением блокирующих элементов.

Производители блоков речевого оповещения используют различные способы контроля работоспособности линий оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Рассмотрим каждый способ подробнее.

1. Контроль по постоянному току.

Способ контроля по постоянному току реализуется увеличением сопротивления звукового оповещателя (или первичной обмотки трансформатора звукового оповещателя в трансляционных системах оповещения) постоянному току последовательным включением блокирующего элемента (конденсатора). Блокирующий конденсатор выбирается достаточно большой емкости, чтобы избежать сужения воспроизводимого динамиком звукового диапазона.

#### 2. Контроль по адресным меткам.

Принцип работы системы с контролем по адресным меткам очень похож на работу адресных и адресно-аналоговых систем охранно-пожарной сигнализации. Суть способа – каждый оповещатель имеет свой адрес, который передается на прибор управления. Вместе с адресом оповещатель может передавать свое состояние и различные другие параметры в цифровом виде. Можно сказать, что это наиболее перспективный на сегодняшний день способ контроля, но не имеет широкого распространения из-за высокой цены. Основное применение метод нашел в радиоканальных системах речевого оповещения.

#### 3. Контроль по импедансу.

В основе способа контроля по импедансу лежит измерение полного сопротивления линии оповещения по переменному току. Другое название способа, используемое некоторыми производителями – «контроль по установленной мощности». Контролирующим прибором производятся измерения переменных напряжения и тока в линии оповещения, а затем вычисляется мощность (как произведение тока и напряжения) или полное сопротивление (как отношение напряжения к току). Эта величина фиксируется и в дальнейшем прибор вычисляет отклонения от неё.

Так как по цепи пропускается переменный ток, то чтобы акустические системы не воспроизводили тестовый сигнал контроля частота переменного напряжения выбирается выше звукового барьера, слышимого человеком ухом, то есть в районе 20-30кГц. Большая частота увеличит вклад реактивной составляющей линии связи в общую картину и потребует более высоких вычислительных ресурсов контролирующего прибора.

Основная проблема практического использования способа заключается в значительной индуктивной и емкостной составляющих линии оповещения, а также влияния факторов окружающей среды (температура, влажность, электромагнитные помехи). В результате такого влияния погрешность может составлять 20 и более процентов.

#### 4. Контроль через дополнительные линии.

Общий смысл заключен в том, что контроль разбивается на две стадии. На первой стадии проверяется первая линия управления с применением второго контрольного провода. На второй стадии проверки – проверяется вторая линия управления с применением первого контрольного провода. Сам метод контроля – это контроль шлейфа сигнализации по постоянному току, при этом окончательный резистор устанавливается в приемно-контрольном приборе.

Контроль через дополнительные линии оправдан, если необходимо использовать оповещатели разных производителей в одной системе, и если эта

необходимость имеет большее значение, чем стоимость дополнительных монтажных затрат (стоимость контрольных проводов и их монтаж).

Подводя итог, можно сказать, что все перечисленные методы контроля линий оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре имеют право на существование и в основном отличаются глубиной контроля, а также сложностью прибора управления и стоимостью монтажных работ.

**Список используемых источников:**

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изменениями и дополнениями).
2. СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности» Утверждены и введены в действие Приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. N 173.
3. Информационный портал «Орбита-Союз».

© 2016, Евсеев А.Г.

Автоматические системы контроля систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

© 2016, Evseev A.G.

Automatic control system of warning systems and evacuation in case of fire

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.137

Поступила (Received): 24.10.2016

**Евсеев А.Г.****Обеспечение работоспособности системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре****Evseev A.G.****Providing health warning systems and evacuation in case of fire**

*В данной статье рассмотрены вопросы касающиеся обеспечения работоспособности систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре*

**Ключевые слова:** система оповещения людей при пожаре

*This article describes issues related to the provision of efficiency of warning systems and evacuation in case of fire*

**Key words:** people warning system in case of fire

**Евсеев Алексей Георгиевич**

*Магистрант, инспектор*

*Тольяттинский государственный университет  
г. Тольятти, ул. Белорусская, 14*

**Evseev Aleksey Georgievich**

*Master, Inspektor*

*Togliatti state university  
Togliatti, Belarusskaya st., 14*

Системы оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией должны функционировать в течение всего времени, необходимого для завершения эвакуации людей в безопасную зону.

По степени обеспечения надежности электроснабжения системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) относятся к 1-й категории согласно Правилам устройства электроустановок. При наличии одного источника электропитания (на объектах III категории надежности электроснабжения) допускается использовать в качестве резервного источника питания аккумуляторные батареи или блоки бесперебойного питания, которые должны обеспечивать питание в дежурном режиме в течение 24 часов и в режиме "Тревога" не менее 3 ч. Переключение с основного источника питания на резервный должно осуществляться автоматически. По этому принципу в систему необходимо закладывать емкость резервных источников питания.

Кабели, провода СОУЭ, а также способы их прокладки должны обеспечивать работоспособность соединительных линий в условиях пожара в течение времени, необходимого для полной эвакуации людей в безопасную зону. Требования к кабельной продукции изложены в ГОСТ Р 53315-2009 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний», в который, наряду с другими, включен параметр «огнестойкость кабеля». Количественной мерой этого параметра является «предел огнестойкости», характеризующий

время, в течение которого кабель (при воздействии регламентированного нормами теплового источника) выполняет свои функции (передачу электроэнергии, сигналов).

Радиоканальные соединительные линии, а также соединительные линии в СОУЭ с речевым оповещением должны быть обеспечены, кроме того, системой автоматического контроля их работоспособности.

**Список используемых источников:**

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изменениями и дополнениями).
2. СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности» Утверждены и введены в действие Приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. N 173.
3. Информационный портал «Орбита-Союз».

---

© 2016, Евсеев А.Г.

*Обеспечение работоспособности системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре*

---

© 2016, Evseev A.G.

*Providing health warning systems and evacuation in case of fire*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.139

Поступила (Received): 24.10.2016

**Егиазарян Г.Р., Агаларян А.Г., Бабаян А.А.  
Комплекс основных проблем на канальном  
уровне в коммутаторах компании Cisco.  
Рекомендации по их устранению**

**Yeghiazaryan G.R., Aghalaryan A.G., Babayan A.A.  
The complex of the main problems on the data link layer in  
the Cisco company. Recommendations for their elimination**

*На сегодняшний день на рынке сетевых продуктов доминирует компания Cisco. Одной из особенностей бизнес-модели компании стала многоуровневая разветвлённая система сертификации инженеров по компьютерным сетям. Первый уровень в системе сертификаций Cisco – уровень entry и начинается он с Сертифицированного Техника Сетей Cisco (Cisco Certified Entry Networking Technician) – CCENT [3]. В данной статье собрано проблемы канального уровня, которые касаются сертификации CCENT*

**Ключевые слова:** канальный уровень, автопереговоры, лавинная рассылка, методы коммутации, рассогласование дуплекса, Cisco CCENT

**Егиазарян Григор Рубикович**

Студент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана  
г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5

**Агаларян Ашот Гарикович**

Студент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана  
г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5

**Бабаян Армен Артушевич**

Студент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана  
г. Москва, ул. 2-я Бауманская, 5

*Currently Cisco dominates the networking products market. One of the features of the company's business model has become Multi level Branched system of certification of network engineers. The first level in the Cisco certifications – entry level and begins it with the Cisco Certified Network Technology (Cisco Certified Entry Networking Technician) – CCENT [3]. This article raised the problem of the link layer, which relate to CCENT certification*

**Key words:** data link layer, Autonegotiation, flooding, switching methods, duplex mismatch, Cisco CCENT

**Yeghiazaryan Grigor Rubikovich**

Student

Moscow state technical university named N.E. Bauman  
Moscow, Baumanskaya 2-ya st., 5

**Aghalaryan Ashot Garikovich**

Student

Moscow state technical university named N.E. Bauman  
Moscow, Baumanskaya 2-ya st., 5

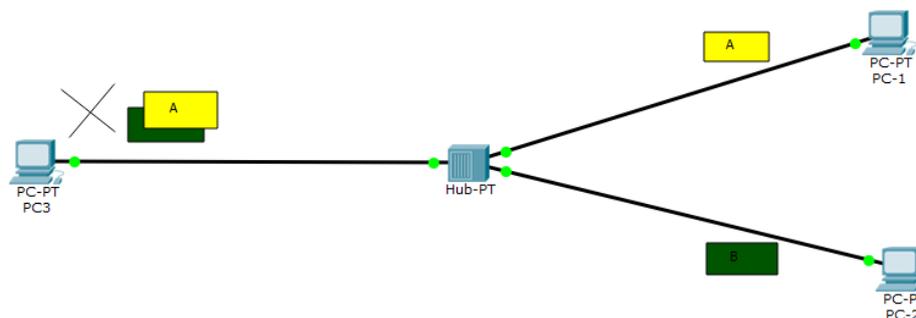
**Babayan Armen Artushevich**

Student

Moscow state technical university named N.E. Bauman  
Moscow, Baumanskaya 2-ya st., 5

**Использование полудуплексного режима концентраторами LAN [4, с. 362-365]**

Для перенаправления данных концентраторы LAN используют стандарты физического уровня. Когда электрический сигнал поступает на один порт концентратора, он повторяет его на всех других портах (кроме порта, на который поступает сигнал). В результате данные поступают на все подключенные к концентратору узлы в надежде, что они достигнут получателя. У концентратора нет таких концепций, как фреймы Ethernet, адреса и т.д. Если два устройства или более передают сигналы одновременно, они накладываются и искажаются.



**Рис. 1. Демонстрирует ситуацию, когда компьютеры PC-1 и PC-2 передают электрический сигнал одновременно, а концентратор повторяет оба сигнала для компьютера PC-3**

Проблема, созданная логикой концентратора – коллизия. Чтобы предотвратить коллизии узлы должны использовать полудуплексную логику. Полудуплексная логика требует от узлов подождать с передачей, если передает кто-то еще.

Предположим, например, что компьютер PC-1 начал передавать фрейм чуть раньше, чем PC-2. Получив первые биты фрейма, компьютер PC-2 заметил бы что кто-то еще начал передачу, и, согласно полудуплексной логике, он подождет бы с передачей своего фрейма.

Узлы, использующие полудуплексную логику, используют алгоритм CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection – множественный доступ с контролем несущей и обнаружением конфликтов). Алгоритм заботится не только об очевидных случаях, но также и о проблемах, вызванных неудачной синхронизацией. Например, два узла могли бы одновременно проверить поступление фрейма, оба понимают, что никакой другой узел ничего не передает, и оба одновременно посылают свои фреймы, вызывая коллизия. Алгоритм CSMA/CD учитывает и такие случаи следующим образом.

Если коллизия происходит по причине неудачной синхронизации, все передающие в настоящий момент узлы предпринимают следующее.

A. Посылают сигнал оповещения о коллизии (jamming signal), уведомляющий все узлы о ее возникновении.

B. Независимо выбирают случайный интервал времени ожидания перед повторной попыткой, чтобы избежать неудачной синхронизации.

Устройства в той же сети Ethernet использующие общий концентратор, не могли (все вместе) передавать трафик больше, чем 10 Мбит/с, поскольку ширину полосы пропускания они использовали совместно. Кроме того, увеличение объемов трафика приводило к увеличению количества коллизий, что требовало более частых повторных передач и приводило к напрасной трате пропускной способности.

Прозрачные мосты (transparent bridge) Ethernet [1, с. 126], помогли решить проблему производительности сети 10BASE-T. После их добавления произошли следующие усовершенствования.

- мосты разделяли устройства на группы, известные как домен коллизий;
- мосты сокращали количество коллизий в сети, поскольку фреймы в одном домене коллизий не вступали в конфликт с фреймами в другом;
- мосты расширяли общую полосу пропускания, предоставляя каждому домену коллизий собственную полосу пропускания (в каждом домене коллизий был только один отправитель, но в каждом свой).

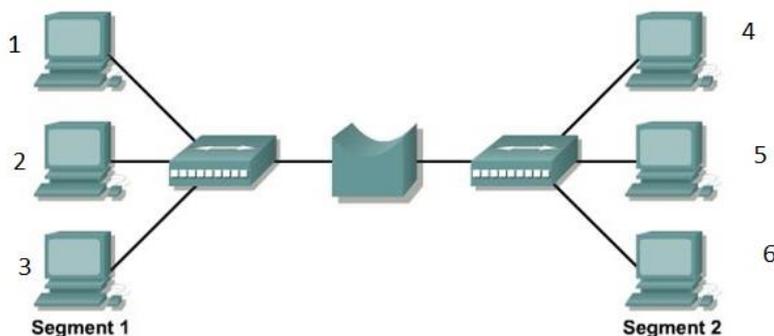


Рис. 2

На рис. 2 представлен сеть 10BASE-Tс мостом. Мост в данном случае разделяет сеть на два отдельных домена коллизий.

Мост использует логику, согласно которой фреймы в одном домене коллизий не вступают в конфликт с фреймами в другом. Мост передает фреймы между своими двумя интерфейсами, но в отличие от концентратора он буферизирует фреймы или ставит их в очередь, пока исходящий интерфейс не сможет их переслать. Например, компьютеры 1 и 6 одновременно послали фреймы компьютеру 3. Мост поставит фрейм от 6 в очередь, пока домен коллизий слева не закончит передачу и не освободится.

Добавление моста создает две отдельные сети 10BASE-T. Сеть 10BASE-T слева совместно использует свои 10 Мбит/с, а сеть справа свои. В результате общая ширина полосы пропускания сети в этом примере составит 20 Мбит/с.

### **Проблема петлевых маршрутов [1, с. 129-130]**

Коммутаторы строят таблицу адресов, просматривая входящие фреймы и выписывая из них MAC-адреса отправителей. Если на вход какого-либо порта устройства получен фрейм и MAC-адрес в поле отправителя фрейма отсутствует

в таблице коммутации, коммутатор создает соответствующую ему запись в таблице. В запись помещается адрес и идентификатор интерфейса, через который был получен фрейм.

Если на коммутатор поступит первый фрейм, когда в таблице MAC-адресов никаких записей нет, в этом случае, а также когда в таблице нет соответствующей записи, коммутатор передает фрейм на все интерфейсы (кроме входящего), используя процесс лавинной рассылки (flooding).

Коммутаторы рассылают одно-адресатные фреймы с неизвестным получателем (unknown unicast frame), представляющие собой фреймы, MAC-адресов получателя которых еще нет в таблице адресов. Лавинная рассылка означает, что коммутатор перенаправляет фрейм на все порты, кроме того, на который он был получен.

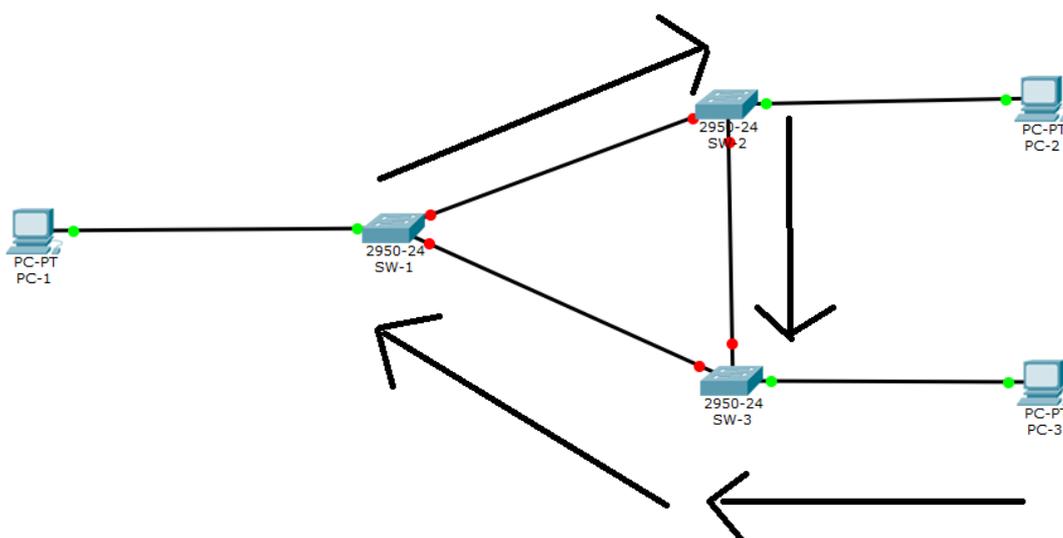


Рис. 3

На рис. 3 представлен одно-адресатный фрейм с неизвестным получателем, посланный PC-3 PC-2-у и попавший в бесконечный цикл, поскольку в сети есть избыточный канал.

Поскольку ни один из коммутаторов не имеет в таблицах адресов MAC-адреса PC-2, каждый из них осуществляет лавинную рассылку. Физически замкнутый круг создают три коммутатора. Они продолжают перенаправлять фрейм через все порты, и его копии следуют по кругу.

Чтобы избежать петлевых маршрутов на втором уровне, на всех коммутаторах должен быть запущен протокол STP, который переводит каждый из портов каждого устройства или в режим блокировки (blocking state), или в режим перенаправления (forwarding state). Если протокол заблокировал правильный набор интерфейсов, в сети останется только один активный логический маршрут между каждой парой сегментов.

### Методы коммутации в коммутаторах Cisco [2]

Большинство прозрачных мостов и коммутаторов используют метод коммутации с буферизацией фреймов (store-and-forward). В этом механизме устройство

должно получить фрейм полностью, прежде чем начать отправку его первого бита через выходной интерфейс. Существуют еще два метода внутренней коммутации: коммутация без буферизации пакетов (cut-through) и без фрагментации (fragment-free). MAC-адрес получателя расположен в начале заголовка Ethernet, поэтому коммутатор может начать передачу задолго до того, как он примет весь фрейм.

Метод коммутации без буферизации пакетов (cut-through) заключается в том, что устройство начинает передачу фрейма как можно раньше, т.е. как только принята часть заголовка, содержащая адрес получателя. Этот метод очень заметно уменьшает задержку в сети, но побочным его результатом будет распространение ошибок в сети. Поле контрольной суммы фрейма (Frame Check Sequence – FCS) находится в конце заголовка Ethernet, следовательно, коммутатор не может определить, есть ли ошибки во фрейме, перед тем как начать передачу: передача начинается за долго до того, как будет принят весь фрейм, следовательно, время обработки и отправки (т.е. задержка (delay)) значительно уменьшается.

Метод коммутации без фрагментации (Fragment-free processing) аналогичен методу коммутации без буферизации пакетов, но через устройство передается меньше количество ошибок. Одна интересная особенность технологии множественного доступа с контролем несущей и обнаружением коллизий (Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection – CSMA/CD) состоит в том, что большинство коллизий происходит на первых 64 байтах фрейма. Задержка за счет обработки фрейма коммутатором в таком случае заметно меньше, чем при буферизации, и чуть больше, чем при методе коммутации без фрагментации пакетов.

**Настройка переключения режимов**

	<b>команды по настройке</b>	<b>назначение</b>
<b>Шаг 1</b>	switch#configure terminal	переключение в режим глобальной конфигурации
<b>Шаг 2</b>	switch#(config)switching-mode store-forward	включить режим store-and-forward
<b>Шаг 3</b>	switch(config)#copy running-config startup-config	сохранение текущей конфигурации в начальную

**Повторное включение режима Cut-Through. Cut-Through включена по умолчанию.**

	<b>команды по настройке</b>	<b>назначение</b>
<b>Шаг 1</b>	switch#configure terminal	переключение в режим глобальной конфигурации
<b>Шаг 2</b>	switch#(config)no switching-mode store-forward	отключить режим store-and-forward
<b>Шаг 3</b>	switch(config)#copy running-config startup-config	сохранение текущей конфигурации в начальную

## **Влияние широковещательных доменов и доменов коллизий на дизайн сети**

Теперь рассмотрим проблемы, связанные с широковещательными сообщениями. Когда сетевой хост получает широковещательное сообщение, он обязан его обработать. Такое утверждение означает, что сетевая плата должна отправить центральному процессору (CPU) прерывание, а процессор должен выделить некоторые свои ресурсы на обработку такого фрейма. Все хосты время от времени отправляют широковещательные фреймы – они необходимы для их нормальной работы. Например, сообщения протокола ARP используют широковещательный механизм работы. Широковещание будет присутствовать в любой сети, это нормальный режим работы, но широковещательные фреймы требуют затрат ресурсов всех сетевых устройств на их обработку.

Рассмотрим локальную сеть большего размера, состоящую из нескольких коммутаторов и 500 компьютеров. Все коммутаторы образуют единый широковещательный домен, поэтому если один из 500 компьютеров отправляет широковещательное сообщение, оставшиеся 499 его получают и обрабатывают. Если в такой сети много широковещательных фреймов, то они могут очень заметно снизить производительность персональных компьютеров в сети. Предположим, сеть изменилась так, что у нее стало 5 сегментов по 100 компьютеров, которые разделены маршрутизатором, следовательно, в такой сети будет 5 широковещательных доменов. При такой схеме сети широковещательное сообщение от одного компьютера будет вызывать прерывание у 99 других компьютеров, что приведет к меньшему снижению производительности рабочих станций.

### **Автопереговоры [1, с. 139-142]**

Устройства Ethernet на концах канала связи должны использовать тот же стандарт, в противном случае они не смогут правильно отправлять данные. Например, если заменить компьютер использовавший стандарт 100BASE-T, на компьютер использовавший стандарт 1000BASE-T. Порт коммутатора на другом конце канала связи теперь должен использовать стандарт 1000BASE-T, поэтому потребуется модернизация коммутатора. Если все порты нового коммутатора будут работать по стандарту 1000BASE-T, то придется обновить все остальные подключенные к нему компьютеры.

IEEE предлагает хорошее решение этой проблемы: автопереговоры IEEE. Этот стандарт IEEE 802.3u протокола, позволяющего двум узлам Ethernet на канале связи UTP вести переговоры о согласовании общей скорости и режима дуплексной передачи.

Большинство устройств Ethernet способно отключить автопереговоры. Отключение автопереговоров не всегда является плохой идеей, но их нужно либо разрешить на обоих концах канала связи, либо запретить на обоих концах. Когда автопереговоры разрешены только на одном конце, может возникнуть множество проблем: канал связи может работать плохо или не работать вообще.

Автопереговоры IEEE определяют некоторые правила, которым должны следовать все узлы при неудаче автопереговоров.

**Скорость.** Используется наименьшая возможная скорость.

Дуплекс. При скорости 10 или 100 Мбит/с используется полудуплекс, в противном случае – полный дуплекс.

Коммутаторы Cisco дополняют базовую логику IEEE, поскольку они способны вычислить скорость другого узла даже без автопереговоров IEEE. Результате коммутаторы Cisco образуют немного иную логику, когда автопереговоры терпят неудачу.

### **Стандартные действия коммутаторов Cisco при автопереговорах**

Скорость. Вычисляет скорость (без автопереговоров). При неудаче использует стандартное значение IEEE (наименьшая доступная скорость, обычно 10 Мбит/с).

Дуплекс. Использует стандартное значение IEEE. При скорости 10 или 100 Мбит/с используется полудуплекс, в противном случае – полный дуплекс.

### **Рассогласование дуплекса (duplex mismatch)**

Классическая проблема. Порт коммутатора и компьютер используют скорость 100 Мбит/с. Но компьютер использует полный дуплекс и, не пытаясь применить логику CSMA/CD, посылает фреймы в любое время. Порт коммутатора использует полудуплекс и логику CSMA/CD. В результате порт коммутатора будет обнаруживать коллизии на канале связи, хотя физически они не происходят. Порт коммутатора будет регулярно прекращать передачу, ожидать и возобновлять передачу фреймов. В результате канал связи будет работать плохо.

### **Заключение**

Статья очень полезно начинающим специалистам, которые смогут узнать про основные проблемы и способам их решения. Им не придется искать материалы с разных источников. Обсуждаемые решения проблем очень важны для функционирования сети, если не учесть это, то могут возникнуть проблемы, которые очень трудно выявить.

### **Список используемых источников:**

1. Wendell Odom, CCENT/CCNA ICND1 100-101 Official Cert Guide 1st Edition.
2. Руденков Н.А., Долинер Л.И., ОСНОВЫ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. Екатеринбург 2011.
3. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сертификация\\_Cisco](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сертификация_Cisco)
4. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учебник для ВУЗов. СПб.: Питер, 2004.

© 2016, Егиазарян Г.Р., Агаларян А.Г., Бабаян А.А.  
Комплекс основных проблем на канальном уровне в коммутаторах компании Cisco. Рекомендации по их устранению

© 2016, Yeghiazaryan G.R., Aghalaryan A.G., Babayan A.A.  
The complex of the main problems on the data link layer in the Cisco company. Recommendations for their elimination

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.146

Поступила (Received): 19.10.2016

**Егунов В.А., Старостина А.В.**  
**Реализация преобразования отражения Хаусхолдера**  
**на параллельных вычислительных системах**  
**с общей памятью**

**Egunov V.A., Starostina A.V.**  
**Implementation of Householder reflection transformations**  
**on shared memory parallel computing systems**

*В статье рассматривается реализация преобразования отражения Хаусхолдера на параллельных вычислительных системах с общей памятью. Приводятся алгоритмы левостороннего и правостороннего умножения на матрицу отражения, оценивается использование кэш-памяти в соответствующих параллельных программах, проводится оценка их эффективности*

**Ключевые слова:** общая память, преобразование отражения, эффективность программ

**Егунов Виталий Алексеевич**

*Кандидат технических наук, доцент  
Волгоградский государственный технический университет  
г. Волгоград, пр. Ленина, 28*

**Старостина Алина Владиславовна**

*Студент  
Волгоградский государственный технический университет  
г. Волгоград, пр. Ленина, 28*

*The article discusses the implementation of Householder reflection transformations on parallel computing systems with shared memory, algorithms left-hand and right-hand multiplication on the reflection matrix. Evaluated the using of cache in the respective parallel programs, an evaluation of their efficiency*

**Key words:** shared memory, reflection transformation, program efficiency

**Egunov Vitaly Alekseevich**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Volgograd state technical university  
Volgograd, Lenina ave., 28*

**Starostina Alina Vladislavovna**

*Student  
Volgograd state technical university  
Volgograd, Lenina ave., 28*

Преобразование отражения Хаусхолдера является одним из базовых преобразований линейной алгебры, используемых при выполнении ряда матричных преобразований, например, QR – разложения, которое может использоваться для поиска собственного и сингулярного разложений, решения линейных систем и ряда других задач. Поиск QR – разложения является трудоемкой задачей, поэтому естественным является ее распараллеливание и решение на параллельных вычислительных системах. В данной работе рассматривается выполнение преобразования отражения на параллельных вычислительных систе-

мах с общей памятью. Выбор подобного класса параллельных систем обусловлен их широкой распространенностью. Выбор объекта исследований обусловлен активным применением данных матричных преобразований при решении широкого класса прикладных задач [1, 2].

Особенностью систем с общей памятью является снижение общей эффективности программ при интенсивном обращении вычислительных узлов (например, ядер в многоядерном процессоре) к памяти. В связи с этим, одной из главных задач при разработке подобных программ, является минимизация обращений к памяти с одновременным увеличением роли кэш – памяти. Сосредоточив данные в кэш – памяти отдельных вычислительных узлов, можно снизить общую интенсивность запросов по общей шине. При разработке алгоритмов для данных программ, большое внимание уделяется увеличению доли обращений к смежным ячейкам памяти в общем потоке обращений, что приводит к уменьшению числа кэш – промахов, и, как следствие, уменьшению времени выполнения программ.

При использовании традиционной схемы выполнения QR – разложения исходной матрицы с использованием преобразования отражения Хаусхолдера, осуществляется умножение на матрицу отражения справа с постолбцовой обработкой исходной матрицы. На k-ом этапе преобразования осуществляется следующее преобразование (1).

$$\begin{aligned}
 s_k &= \text{sign}(a_{kk}) \left( \sum_{i=k}^n a_{ik}^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \varphi_k = (s_k^2 - s_k a_{kk})^{-1} \\
 \mathbf{u}_k^T &= (0, \dots, 0, a_{kk} - s_k, a_{k+1,k}, \dots, a_{nk}) \\
 a_{kk} &= s_k
 \end{aligned} \tag{1}$$

Для j = k+1 до n

$$\begin{aligned}
 \lambda_j &= \varphi_k \mathbf{u}_k^T \mathbf{a}_j \\
 \mathbf{a}_j &= \mathbf{a}_j - \lambda_j \mathbf{u}_k
 \end{aligned}$$

Здесь k – номер этапа преобразования. Данная вычислительная схема подробно описана в [3]. На параллельных вычислительных системах с общей памятью можно выделить следующие особенности (предполагается, что матрицы хранятся по строкам):

- элементы вектора отражения вычисляются по элементам столбцов исходной матрицы, что приводит к большому числу кэш-промахов;
- циклы вычисления скалярных произведений и элементов матрицы являются ориентированными по столбцам исходной матрицы, что также приводит к неэффективному использованию кэш-памяти.

Данный алгоритм оказывается неэффективным на системах с общей памятью, что подтверждается результатами вычислительных экспериментов. С учетом приведенных выше замечаний относительно распараллеливания данного алгоритма, распараллеливать стоит вычисления в рамках этапа преобразова-

ния, сами этапы стоит выполнять строго последовательно. Чаще всего предлагаются варианты параллельной реализации преобразования, в которых вычисление элементов вектора отражения и результирующей матрицы выполняются последовательно в силу наличия информационных зависимостей.

Исправить недостатки предыдущей вычислительной схемы можно, полностью переориентировавшись на построчную обработку матрицы. Этого можно добиться, если умножать на матрицу отражения слева. В результате будет получена матрица  $L$  – нижнетреугольная (LQ разложение). На каждом этапе выполняются следующие вычисления (2).

Для  $j = k+1$  до  $n$

$$\begin{aligned} \lambda_j &= \varphi_k \mathbf{a}_j^T \mathbf{u}_k \\ \mathbf{a}_j^T &= \mathbf{a}_j^T - \lambda_j \mathbf{u}_k^T \end{aligned} \quad (2)$$

Реализация данного алгоритма напоминает реализацию предыдущего алгоритма за исключением:

- обработка матрицы ведется полностью построчно;
- элементы вектора отражения  $u$  определяются элементами строк матрицы (в первом алгоритме они определялись элементами столбцов).

Данный алгоритм является более эффективным для систем с общей памятью. Так как данная вычислительная схема напоминает вычислительную схему первого алгоритма, ее также можно эффективно распараллелить, совместив вычисление результирующих строк матрицы с вычислением элементов вектора отражения. Эффективность данного алгоритма обеспечивается оптимальным использованием кэш – памяти, т.к. построчная обработка матриц приводит к генерации гораздо меньшего числа промахов.

#### Список используемых источников:

1. Андреев А.Е., Егунов В.А., Жариков Д.Н., Малолетков В.А. Реализация вычислительно-интенсивных алгоритмов на гибридных системах с реконфигурируемыми сопроцессорами: монография. Волгоград, 2013. 179 с.
2. Егунов В.А., Лукьянов В.С. Аппаратные методы решения задач линейной алгебры: монография. Волгоград: Политехник, 2007. 152 с.
3. Ортега Дж. Введение в параллельные и векторные методы решения линейных систем. Мир, 1991. 367 с.

© 2016, Егунов В.А., Старостина А.В.

Реализация преобразования отражения Хаусхолдера на параллельных вычислительных системах с общей памятью

© 2016, Egunov V.A., Starostina A.V.

Implementation of Householder reflection transformations on shared memory parallel computing systems

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.149

Поступила (Received): 02.10.2016

**Ермакова Е.Ю., Баженов Н.Г.**  
**Использование операторного преобразования Лапласа-Фурье при решении электротехнических задач**

**Ermakova E.Yu., Bazhenov N.G.**  
**Using operational Laplace-Fourier transform  
in solving electrical problems**

*В статье рассматривается технология решения дифференциальных уравнений высших порядков. Предлагается, для легкого расчета, использовать операторное преобразование Лапласа-Фурье.*

*Данное преобразование позволяет рассматривать систему в виде структурно-динамической схемы*

**Ключевые слова:** профессиональные компетенции, дифференциальные уравнения, математический аппарат Лапласа-Фурье, структурно-динамическая схема

*This article discusses the technology solutions of differential equations of higher orders. It is suggested for easy calculation, use the operator of Laplace-Fourier transform. This conversion makes it consider the system as a structural and dynamic circuit*

**Key words:** professional competence, differential equations, mathematical Fourier-Laplace apparatus, structural-dynamic scheme

**Ермакова Екатерина Юрьевна**

Аспирант

Казанский государственный энергетический университет

г. Казань, ул. Красносельская, 51 А

**Ermakova Ekaterina Yurievna**

Graduate

Kazan state power engineering university

Kazan, Krasnoselskaya st., 51 A

**Баженов Николай Георгиевич**

Кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный энергетический университет

г. Казань, ул. Красносельская, 51 А

**Bazhenov Nikolay Georgievich**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kazan state power engineering university

Kazan, Krasnoselskaya st., 51 A

В настоящее время при решении электротехнических задач в основном используется классическая (дифференциальная) форма представления уравнения. При усложнении задач, когда уравнения приобретают второй-четвертый порядок, то решения таких уравнений затруднено и порой просто невозможно решить. Студенты часто теряются в таких ситуациях и не всегда находят решение данной проблемы. В образовательном процессе одним из эффективным результатом обучения является применение знаний не только теоретически, но и практически [1]. Это влияет на качество формирования компетенций у студентов в соответствии с ФГОС. Обратившись ко стандарту направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» можно выделить основные компетенции, которые привлекли наше внимание [2]: «Выпускник должен об-

ладать готовностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способностью привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат» (ПК-3) и «Выпускник должен обладать способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовностью использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования» (ПК-2).

При рассмотрении компетенций ПК-2 и ПК-3, можно сделать следующие выводы: обучающиеся должны знать все основные законы, обозначения, физические явления и уметь применять основные методы математического моделирования, и пользоваться физико-математическим аппаратом в практике. Также выпускник должен адекватно оценивать ситуацию, решать сложные задачи и предлагать инновационные решения при рассмотрении проблемной ситуации. При применении указанных выше инструментов у студентов формируются как необходимые личные качества, так и требуемые профессиональные компетенции.

Для примера, выбора наиболее эффективного решения сложных задач, в статье предлагается вниманию использование операторного преобразования Лапласа-Фурье, при решении сложных дифференциальных уравнений 2-ого-4-ого порядка. На примере однофазного трансформатора (рис. 1) показано как от дифференциальной формы осуществляется переход к операторной форме.

Операторное представление дифференциальных уравнений позволяет представлять систему – в математическом плане – в виде структурно-динамических схем (СДС).

СДС позволяют видеть не только влияние параметров, входящие в системы, на их качественные показатели, но и видеть связи между ними. В результате значительно упрощается подход к синтезу оптимальных соотношений параметров.

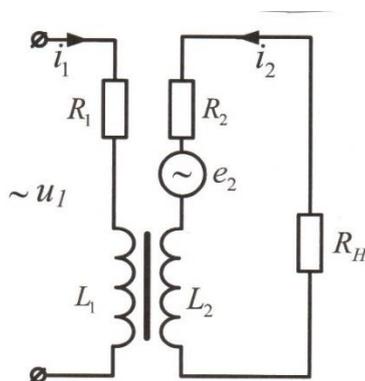


Рис. 1. Однофазный трансформатор

При рассмотрении классического однофазного трансформатора (Тр), изображённого в общем виде на рис. 1 [3], описание процессов, происходящих в нем, имеют вид:

$$u_1(t) = L_1 \frac{di_1}{dt} + i_1 R + M \frac{di_2}{dt} \tag{1}$$

$$u_2(t) = -M \frac{di_1}{dt} = L_2 \frac{di_2}{dt} + i_2 R_2 + i_2 R \tag{1,a}$$

где индекс (1) соответствует принадлежности к первичной обмотке; индекс (2) – ко вторичной обмотке; R – активное сопротивление нагрузки.

Полного решения системы уравнений (1) в технической литературе не обнаружено. Да его и получить в таком виде достаточно сложно. В основном искомые величины определяются, ориентируясь на коэффициент трансформации. Запишем систему уравнений (1), воспользовавшись теорией Лапласа, в алгебраической форме, при учете, что  $R_1 = L_1\omega$ ; а  $R_2 + R = L_2\omega$ . Тогда уравнения (1) примут вид:

$$U_1(s) = I_1(s)[L_1s + L_1\omega] + MsI_2(s) \tag{2}$$

$$U_2(s) = -MsI_1(s) = I_2(s)[L_2s + L_2\omega] \tag{2,a}$$

где s – оператор Лапласа;  $U_j(s)$ ,  $I_j(s)$  – напряжения и токи в изображении по Лапласу.

Из уравнения (2) находим:

$$I_1(s) = \frac{U_1(s)}{L_1\omega(T_1s + 1)} - \frac{MsI_2(s)}{L_1\omega(T_1s + 1)} \tag{3}$$

$$I_1(s) = -I_2(s) \frac{L_2\omega(T_2s + 1)}{Ms}; \quad I_2(s) = -I_1(s) \frac{Ms}{L_2\omega(T_2s + 1)},$$

где  $T_1 = T_2 = \frac{1}{\omega}$ .

По уравнениям (3) легко построить структурно-динамическую схему трансформатора (рис. 2):

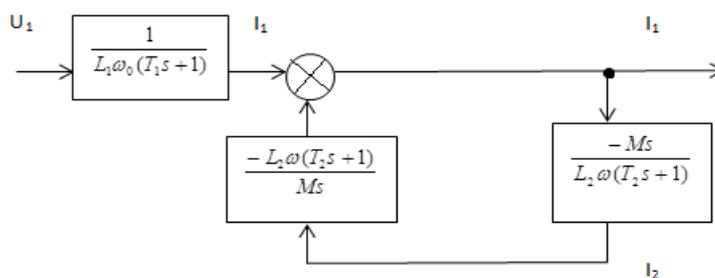


Рис. 2. Структурно-динамическая схема трансформатора

Согласно СДС (рис. 2) передаточные функции трансформатора определяются зависимостями:

$$\frac{I_1}{U_1} = \frac{L_2\omega(T_2s + 1)}{L_1L_2\omega^2(T_1s + 1)(T_2s + 1) - M^2s^2} \tag{4}$$

$$\frac{I_2}{U_1} = \frac{Ms}{L_1L_2\omega^2(T_1s + 1)(T_2s + 1) - M^2s^2} \tag{4,a}$$

Согласно СДС (рис. 2), а также выражениям (4; 4,a), характеристический многочлен системы определяется зависимостью:

$$X(s) = L_1 L_2 \omega^2 (T_1 s + 1)(T_2 s + 1) - M^2 s^2, \quad (5)$$

т.е., трансформатор относится к разряду систем автоматического управления с положительной обратной связью (с ПОС) [4].

В статье исследована и разработана технология решения сложных дифференциальных уравнений. Пример решения таких уравнений, помогает студенту повысить уровень самообразования развить способности разнообразно мыслить и адекватно оценивать свои знания.

**Список используемых источников:**

1. Результаты обучения и компетентностный подход (книга- приложение 1). М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2009. 536 с.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. М.: Гардарики, 2011. 530 с.
3. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического регулирования. М., 2006. 416 с.

© 2016, Ермакова Е.Ю., Баженов Н.Г.

Использование операторного преобразования  
Лапласа-Фурье при решении электротехнических  
задач

© 2016, Ermakova E.Yu., Bazhenov N.G.

Using operational Laplace-Fourier transform in solving  
electrical problems

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.153

Поступила (Received): 03.10.2016

**Ерохин В.В.****Оптимальное управление мощностью псевдоспутника на основе радиовещательного автоматического зависимого наблюдения****Erokhin V.V.****Pseudolite optimal power control on the automatic dependent surveillance-broadcast basis**

Для повышения точности навигационных определений применяют псевдоспутники (ПС). Основной проблемой использования ПС является эффект ближний-дальний. Для устранения данной проблемы предлагается использовать оптимальное управление мощностью ПС на основе оценки дальности в канале передачи данных ADS-B, что позволит обеспечить одновременный прием сигналов навигационных спутников и ПС

**Ключевые слова:** псевдоспутник, ближний-дальний, радиовещательное автоматическое зависимое наблюдение (АЗН-В), управление мощностью

**Ерохин Вячеслав Владимирович**  
Кандидат технических наук, доцент  
Московский государственный технический университет гражданской авиации (филиал)  
г. Иркутск, ул. Коммунаров, 3

To improve the accuracy of navigation definitions used pseudolites (PLs). The main problem of the use of PL is the effect of the near-far. To resolve this problem, we propose to use the optimum power control of the PL based on the evaluation range in the data transmission channel ADS-B, which will allow the simultaneous reception of navigational satellite signals and the PL

**Key words:** pseudolite, near-far, automatic dependent surveillance-broadcast (ADS-B), power control

**Erokhin Vyacheslav Vladimirovich**  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Moscow state technical university of civil aviation  
(branch)  
Irkutsk, Kommunarov st., 3

Современные спутниковые радионавигационные системы ГЛОНАСС/GPS позволяют определить координаты потребителя с высокой точностью, что удовлетворяет требованиям по точности навигационных определений воздушных судов (ВС) при маршрутных полётах и полётах в аэродромных зонах, включая некатегорированный заход на посадку. Выполнение высоких требований к точности навигационных определений при обеспечении захода на посадку по категориям ИКАО может быть достигнуто с помощью дифференциальных методов спутниковой навигации [1].

При реализации дифференциальной системы с использованием псевдоспутников (ПС) возникает ряд проблем, которые нужно преодолеть, чтобы обеспечивать высокую точность позиционирования. Излучаемые ПС сигналы могут создавать помеху для навигационной аппаратуры ГЛОНАСС/GPS ВС

совершающего заход на взлетно-посадочную полосу [2, 3]. Данная проблема известна как проявление эффекта «ближний-дальний» (в зарубежной литературе «Near-Far»), которая происходит из-за изменения мощности принимаемого сигнала ПС [4, 5]. Решение задачи управления мощностью ПС в работе основано на измерении псевдодальности в каналах обмена данными радиовещательного автоматического зависимого наблюдения (АЗН-В). Измеренная псевдодальность  $d$  между объектами сети определяется по временной задержке момента  $\tau_i$  приема сигнала  $i$ -м объектом относительно априорно известного момента  $\tau_j$  излучения этого сигнала  $j$ -м объектом.

Рассмотрим задачу оптимального управления мощностью в постановке, когда у объекта, подверженного действию случайных возмущений, нельзя непосредственно измерить состояние, а можно лишь получить оценку переменных состояния с помощью измерительной системы, которая также подвержена действию случайных возмущений, приводящим к ошибкам измерения [6, 7]. Пусть модели объекта управления и измерений описываются уравнениями:

$$\begin{aligned} \mathbf{x}_{\nu+1} &= \mathbf{A}_{\nu} \mathbf{x}_{\nu} + \mathbf{B}_{\nu} \mathbf{u}_{\nu} + \mathbf{w}_{\nu}, \nu = 0, 1, \dots, N-1, \mathbf{x}(0) = \mathbf{x}_0, \\ \mathbf{y}_{\nu} &= \mathbf{C}_{\nu} \mathbf{x}_{\nu} + \mathbf{v}_{\nu}, \nu = 0, 1, \dots, N-1, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $\mathbf{x}$  – вектор состояния,  $\mathbf{x} \in R^n$ ;  $\mathbf{Y}$  – вектор измерений,  $\mathbf{Y} \in R^m$ ;  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{C}$  – матрицы размера  $(n \times n)$ ,  $(n \times q)$ ,  $(m \times n)$ , соответственно, на управление ограничений не наложено, т.е.  $\mathbf{u} \in R^q$ ; где  $\mathbf{w}_{\nu}$ ,  $\mathbf{v}_{\nu}$  – последовательности взаимно независимых гауссовских случайных величин с известными ковариационными матрицами  $\mathbf{R}_{1,\nu}$  и  $\mathbf{R}_{2,\nu}$ .

Множество допустимых управлений образуют функции  $\mathbf{u}_{\nu} = \mathbf{u}(\nu, \mathbf{y}_0^{\nu})$ , зависящие от предыдущих измерений, причем  $\forall \nu = 0, 1, \dots, N-1, \mathbf{u} \in R^q$ . Функционал качества управления имеет вид [6, 7]

$$J = M \left\{ \sum_{\nu=0}^{N-1} [\mathbf{x}_{\nu}^T \mathbf{S}_{\nu} \mathbf{x}_{\nu} + \mathbf{u}_{\nu}^T \mathbf{Q}_{\nu} \mathbf{u}_{\nu}] + [\mathbf{x}_N^T \mathbf{\Lambda} \mathbf{x}_N] \right\}, \quad (2)$$

где  $\mathbf{S}_{\nu}, \mathbf{\Lambda}$  – неотрицательно определенные симметричные матрицы размера  $(n \times n)$ , а  $\mathbf{Q}_{\nu}$  – положительно определенная симметрическая матрица  $(q \times q)$ .

Требуется найти управление  $\mathbf{u}^*(\nu, \mathbf{y}_0^{\nu})$  из множества допустимых, обеспечивающее минимум функционала (2). Оптимальное управление  $\mathbf{u}^*(\nu, \mathbf{y}_0^{\nu})$  в сформулированной задаче, имеет вид [6, 7]

$$\mathbf{u}_{\nu}^* = \mathbf{u}^*(\nu, \mathbf{y}_0^{\nu}) = -\mathbf{L}_{\nu} \hat{\mathbf{x}}_{\nu}, \quad (3)$$

где  $\hat{\mathbf{x}}_{\nu} = M\{\mathbf{x}_{\nu} | \mathbf{y}_0^{\nu}\}$  – апостериорная оценка вектора состояния модели объекта управления по результатам наблюдений, удовлетворяющее уравнению

$$\hat{\mathbf{x}}_{\nu} = \tilde{\mathbf{x}}_{\nu} + \mathbf{K}_{\nu} [\mathbf{y}_{\nu} - \mathbf{C}_{\nu} \tilde{\mathbf{x}}_{\nu}], \quad (4)$$

$\tilde{\mathbf{x}}_{\nu}$  – априорная оценка вектора состояния  $\mathbf{x}_{\nu}$  до проведения измерения  $\mathbf{y}$

:

$$\tilde{\mathbf{x}}_{\nu+1} = \mathbf{A}_{\nu} \hat{\mathbf{x}}_{\nu} + \mathbf{B}_{\nu} \mathbf{u}_{\nu}^*,$$

$\mathbf{K}$  – матрица коэффициентов усиления фильтра (4) размера  $(n \times m)$ , которая определяется по формуле

$$\mathbf{K}_v = \tilde{\Gamma}_v \mathbf{C}_v^T [\mathbf{C}_v \tilde{\Gamma}_v \mathbf{C}_v^T + \mathbf{R}_{2,v}]^{-1},$$

здесь  $\tilde{\Gamma}_v = M\{[\mathbf{x}_v - \tilde{\mathbf{x}}_v][\mathbf{x}_v - \tilde{\mathbf{x}}_v]^T\}$  – ковариационная матрица ошибки  $\boldsymbol{\varepsilon}_v = \mathbf{x}_v - \tilde{\mathbf{x}}_v$  априорной оценки  $\tilde{\mathbf{x}}_v$

$$\tilde{\Gamma}_{v+1} = \mathbf{A}_v \Gamma_v \mathbf{A}_v^T + \mathbf{R}_{1,v},$$

$\Gamma_v = M\{[\mathbf{x}_v - \hat{\mathbf{x}}_v][\mathbf{x}_v - \hat{\mathbf{x}}_v]^T\}$  – ковариационная матрица ошибки  $\boldsymbol{\varepsilon}_v = \mathbf{x}_v - \hat{\mathbf{x}}_v$  апостериорной оценки  $\hat{\mathbf{x}}_v$  после проведения измерения  $y_v$ ,

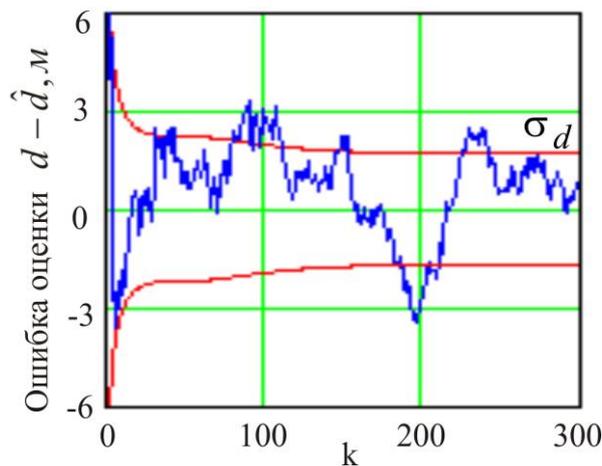
$$\Gamma(k) = \tilde{\Gamma}(k) - \tilde{\Gamma}(k) \mathbf{C}^T(k) [\mathbf{C}(k) \tilde{\Gamma}(k) \mathbf{C}^T(k) + \mathbf{R}_2(k)]^{-1} \mathbf{C}(k) \tilde{\Gamma}(k),$$

$\mathbf{L}_v$  – матрица коэффициентов усиления регулятора (3) размера  $(q \times n)$ ,

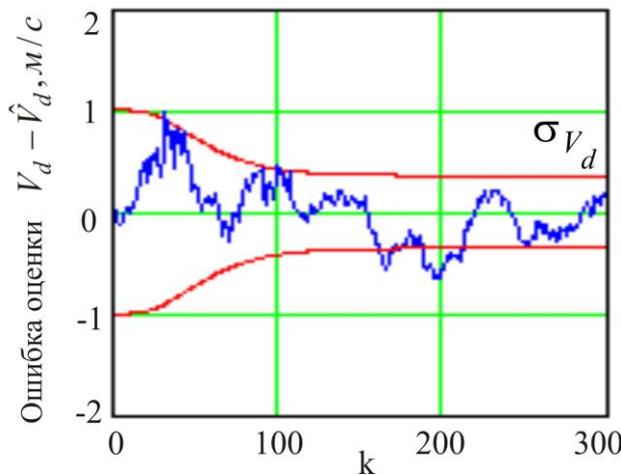
$$\mathbf{L}_v = [\mathbf{Q}_v + \mathbf{B}_v^T \mathbf{P}_{v+1} \mathbf{B}_v]^{-1} \mathbf{B}_v^T \mathbf{P}_{v+1} \mathbf{A}_v,$$

$\mathbf{P}_v$  – матрица размера  $(n \times n)$ , которая удовлетворяет уравнению

$$\mathbf{P}_v = \mathbf{S}_v + \mathbf{L}_v^T \mathbf{Q}_v \mathbf{L}_v + [\mathbf{A}_v - \mathbf{B}_v \mathbf{L}_v]^T \mathbf{P}_{v+1} [\mathbf{A}_v - \mathbf{B}_v \mathbf{L}_v].$$



а)



б)

Рис. 1. Характеристики оценки переменных вектора состояния

Исследование характеристик предложенного алгоритма проводилось методами имитационного моделирования. В ходе моделирования предполагалось,

что транспондеры всех объектов системы настроены на одну частоту, т.е. ВС и наземная станция АЗН-В, находящиеся на расстоянии прямой видимости, можно считать связанными одним цифровым радиоканалом. Наземная станция, зафиксировав момент прихода сообщения, измеряет задержку распространения сигнала и формирует сигнал управления мощностью ПС.

Вектор состояния в задаче управления представим в виде  $x = |P_r, d, V_d|^T$ , матрица перехода пространства состояний в пространство измерений  $C = [0, 1, 0]$ . С учетом  $\sigma = 3,65$  dB и  $\gamma = 3,71$ , рассчитанные значения ошибки оценки и среднего квадратического отклонения представлены на рис. 1 (а). На рис. 1 (б) представлены графики расчетных значений ошибки оценки и среднеквадратического отклонения  $\sigma_{V_d}$ .

- а) ошибка оценки  $d - \hat{d}$  и СКО  $\sigma_d$  дальности;
- б) ошибка оценки  $V_d - \hat{V}_d$  и СКО  $\sigma_{V_d}$  скорости изменения дальности.

Анализ результатов моделирования показывает высокую точность оценки дальности. Графики динамики мощности передатчика ПС и мощности сигнала, принимаемого на борту ВС в зависимости от дальности, показаны на рис. 2.

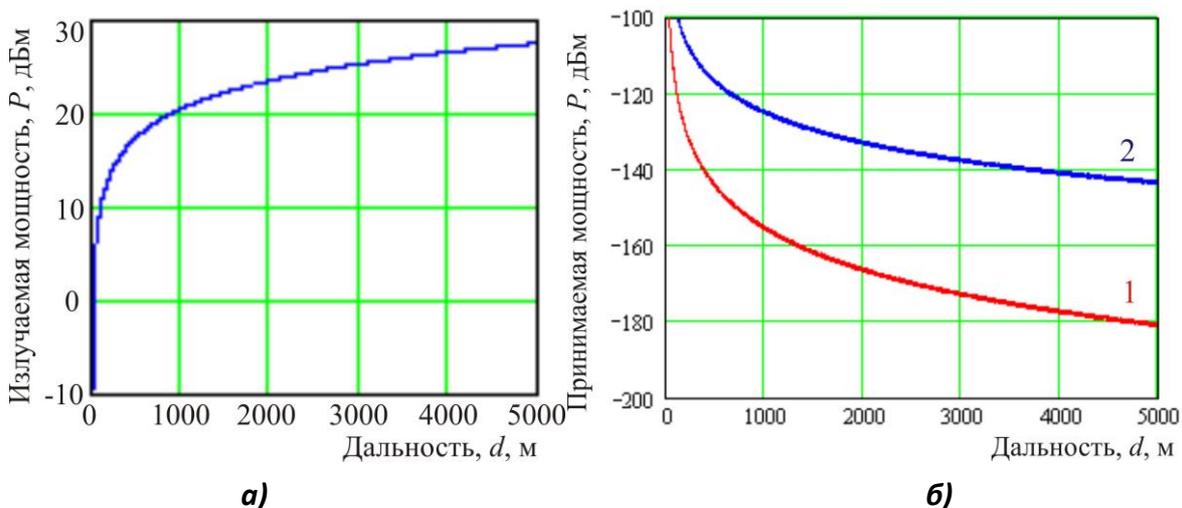


Рис. 2. Энергетические характеристики сигнала ПС

- а) зависимость управляемой мощности ПС от дальности;
- б) динамика мощности принимаемого сигнала как функция дальности (1 – обычный ПС; 2 – ПС с управляемой мощностью).

Синтезированный алгоритм позволяет измерять с высокой точностью дальность до ВС и формировать управляющее воздействие на изменение мощности передачи ПС. Оптимальное управление мощностью позволяет уменьшить динамический диапазон уровня принимаемого сигнала на 30 ... 40 дБВт. Результаты моделирования показывают, что мощность принимаемого сигнала от ПС будет соизмерима с мощностью спутниковых сигналов на уровне -130 ... -150 дБм.

Анализ результатов исследований показывает, что за счет оптимального управления мощностью передатчика ПС мощность принимаемого сигнала на борту ВС будет соизмерима с уровнем сигналов, приходящих от навигационных спутников ГЛОНАСС/GPS.

**Список используемых источников:**

1. Крыжановский Г.А. Концепция и системы CNS/ATM в гражданской авиации. М.: ИКЦ Академкнига, 2003. 415 с.
2. Зуев Д. В. Бортовое оборудование локальной системы посадки воздушных судов на базе псевдоспутников // Молодёжь и наука. Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2011.
3. Борсоев В.А., Галеев Р.Г., Гребенников А.В., Кондратьев А.С. Использование псевдоспутников ГЛОНАСС/GPS в системах посадки воздушных судов. Научный вестник МГТУ ГА, № 164, М.: 2011. С. 17-24.
4. Ch.V. Naga Bhaskar, K. J. Silva Lorraine, D. Venkata Ratnam. Analysis of Near-Far Problem using Power Control Technique for GNSS based Applications/ Research Inveny: International Journal Of Engineering And Science, Vol.4, Issue 11 (November2014), PP 01-08.
5. Silva Lorraine, D.Ajay Kumar, Ch.V.Naga Bhaskar, K.Rosili Sipora. Analysis of Near-Far Effect and Multipath Mitigation. Techniques for Pseudolite Based Positioning Applications. IJECT Vol. 5, IssuE Spl – 3, Jan – March 2014.
6. Сейдж Э.П., Уайт Ч.С. Оптимальное управление системами. М.: Радио и связь, 1982. 392 с.
7. Черноусько, Ф. Л. Оптимальное управление при случайных возмущениях / Ф.Л. Черноусько, В.Б. Колмановский. М.: Наука, 1978. 352 с.

© 2016, Ерохин В.В.

Оптимальное управление мощностью псевдоспутника на основе радиовещательного автоматического зависимого наблюдения

© 2016, Erokhin V.V.

Pseudolite optimal power control on the automatic dependent surveillance-broadcast basis

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.158

Поступила (Received): 22.10.2016

**Кадочникова Н.А.**  
**Подходы к построению отказоустойчивых кластеров**

**Kadochnikova N.A.**  
**Approaches to the construction of failover clusters**

*Статья посвящена рассмотрению решений построения отказоустойчивых кластеров: на базе технологий Microsoft и на основе Red Hat Linux*

**Ключевые слова:** отказоустойчивые кластеры, кластеры гостевых систем, кластеры узлов

*The article is devoted to building a failover cluster solutions: on the basis of Microsoft technology and Red Hat Linux-based*

**Key words:** high-availability clusters, host clustering, guest clustering

**Кадочникова Наталья Александровна**

*Студент*

*Омский государственный технический университет*

*г. Омск, пр. Мира, 11*

**Kadochnikova Natalia Alexandrovna**

*Student*

*Omsk state technical university*

*Omsk, Mira ave., 11*

Для обеспечения непрерывности доступа клиентов к приложениям и сервисам предоставляемых кластером создаются отказоустойчивые кластеры (High-availability clusters). Достаточное число узлов, входящих в кластер, гарантирует предоставление сервиса в случае отказа одного или нескольких серверов. Существует большое разнообразие программных решений для построения такого рода кластеров. В данной статье рассматривается несколько решений по построению отказоустойчивых кластеров: на базе технологий Microsoft и на основе Red Hat Linux.

**Отказоустойчивые кластеры на базе технологий Microsoft.**

В составе операционных систем Windows Server 2012 R2 и Windows Server 2012 существует компонент Failover Clustering, позволяющий создавать отказоустойчивые кластеры. Отказоустойчивые кластеры обеспечивают высокий уровень доступности и масштабируемости для многих рабочих нагрузок сервера. К таким нагрузкам относятся серверные приложения – Microsoft Exchange Server, Hyper-V, Microsoft SQL Server и файловые серверы. Развертывание кластеров на основе данных операционных систем не требует использование дорогостоящего оборудования, так, как серверные приложения могут работать на физических серверах или виртуальных машинах. Для построения отказоустойчивого кластера Server 2012 необходимы компьютеры, работающие с версиями Server 2012 Datacenter или Standard. Это могут быть как физические компьютеры, так и виртуальные машины.



Рис. 1. Компоненты кластера для физических узлов

Минимальные требования к используемому оборудованию:

1. Минимум два сервера для запуска необходимых сервисов.
2. Внешнее хранилище типа iSCSI, Serially Attached SCSI или Fibre Channel.
3. При необходимости, сервер для балансировки нагрузки, (для обеспечения отказоустойчивости рекомендуется два или более серверов).
4. Каждый сервер должен быть подключен хотя бы к трем сетевым адаптерам:
  - Для подключения хранилища;
  - Для связи с узлом кластера;
  - Для связи с внешней сетью;

В случае, когда серверы используются для виртуализации на основе Hyper-V и консолидации серверов, необходимы дополнительные сетевые адаптеры для передачи сетевого трафика виртуальных машин.

Кластеры с виртуальными узлами можно построить с помощью Microsoft Hyper-V или VMware vSphere. Решение с помощью Hyper-V можно представить в нескольких вариантах:

**1. Кластеры узлов (Host Clustering).** При использовании Host Clustering два или более физических сервера объединяются в отказоустойчивый кластер с обязательным общим кластерным хранилищем, а виртуальные машины, файлы жестких дисков которых размещаются в хранилище, создаются как кластерные ресурсы. В ситуации, когда физический узел кластера, обеспечивающий работу виртуальных машин, выходит из строя или останавливается, виртуальные машины, как и любые другие кластерные ресурсы, перемещаются на работающие узлы. Таким образом обеспечивается постоянная доступность виртуальных машин.

В данном варианте реализация отказоустойчивого кластера не совсем удачна, поскольку в случае сбоя в самой виртуальной машине, такой отказ не обрабатывается соответственно, отказоустойчивость службы или приложения может оказаться под угрозой.

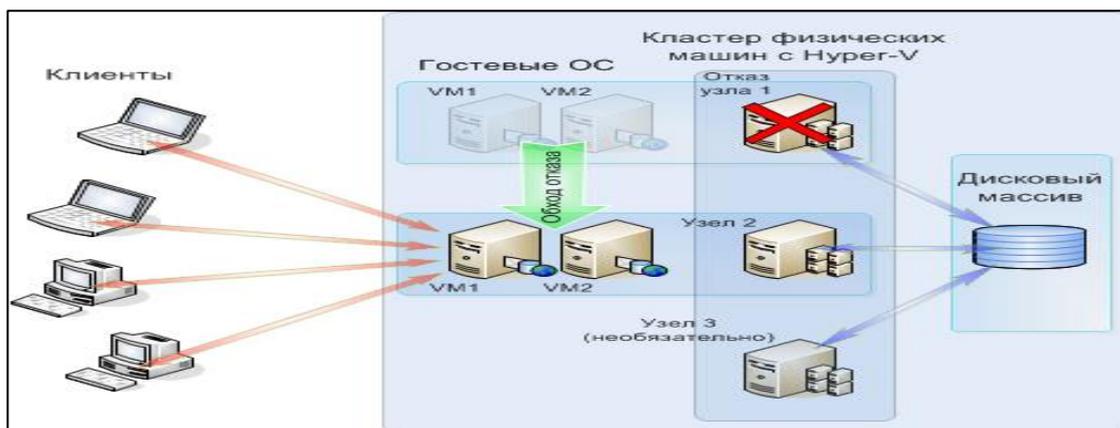


Рис. 2. Компоненты кластера при Host Clustering

**2. Кластеры гостевых систем (Guest Clustering).** При использовании Guest Clustering две или более виртуальные машины объединяются в отказоустойчивый кластер, поведение которого мало отличается от поведения кластера, построенного с помощью физических серверов. Такой способ позволяет построить кластер даже на основе одного физического сервера, хотя, конечно, существенно большей надежности можно достичь при размещении кластерных виртуальных машин на нескольких физических серверах.

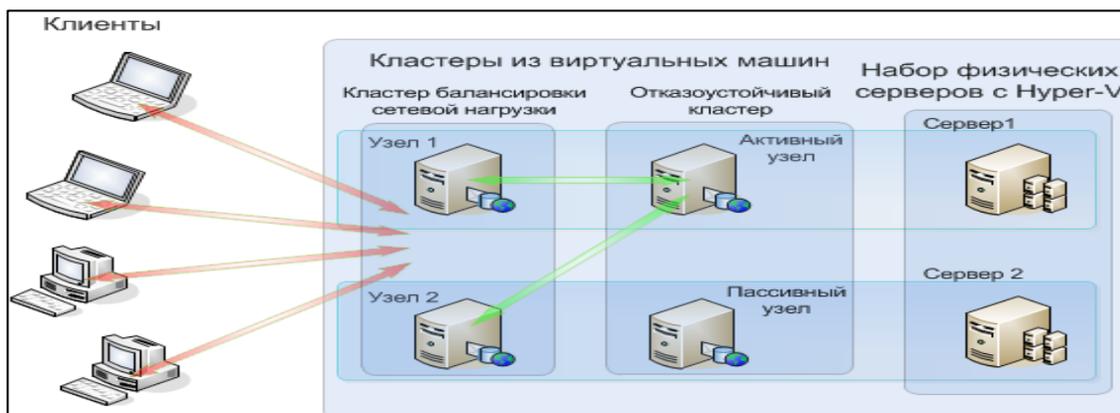


Рис. 3. Компоненты кластера при Guest Clustering

Преимущество такого варианта реализации в том, что можно создать высокодоступную инфраструктуру с большим количеством кластеров для различных служб, используя всего два физических сервера.

Отказоустойчивые кластеры на основе Red Hat Cluster Suite

Red Hat Cluster Suite является набором компонентов для создания отказоустойчивых кластеров с возможностью балансировки нагрузки, не используя дорогостоящего оборудования, а также специализированного персонала для их управления. Для построения отказоустойчивого кластера с помощью Red Hat Cluster Suite могут использоваться как физические компьютеры, так и виртуальные машины. По определенным критериям Red Hat Cluster Suite оценивает состояние системы и приложений, обеспечивая непрерывный доступ к данным и приложениям в случае отказа одного из узлов кластера. В случаях отказа си-

стема перезапускает приложения на другом узле кластера и пытается перезагрузить сбойный узел. Такой перенос сервиса на другой узел не заметен для пользователей. Ниже представлено архитектурное решение при использовании физических компьютеров.



Рис. 4. Физическая реализации

В случае использования виртуальных узлов решение представляет собой двухуровневый кластер. На первом уровне происходит виртуализация оборудования, на втором – виртуализация приложений. В случае отказа виртуальной машины или аппаратного узла кластера система перезапускает приложения на другом узле кластера виртуальных машин, а также пытается перезагрузить виртуальную машину. В случае отказа физической машины производится ее отключение от кластера с последующей перезагрузкой. При этом виртуальные машины, выполнявшиеся на сбойном узле, мигрируют на другой узел в пределах своей группы (failover domain).

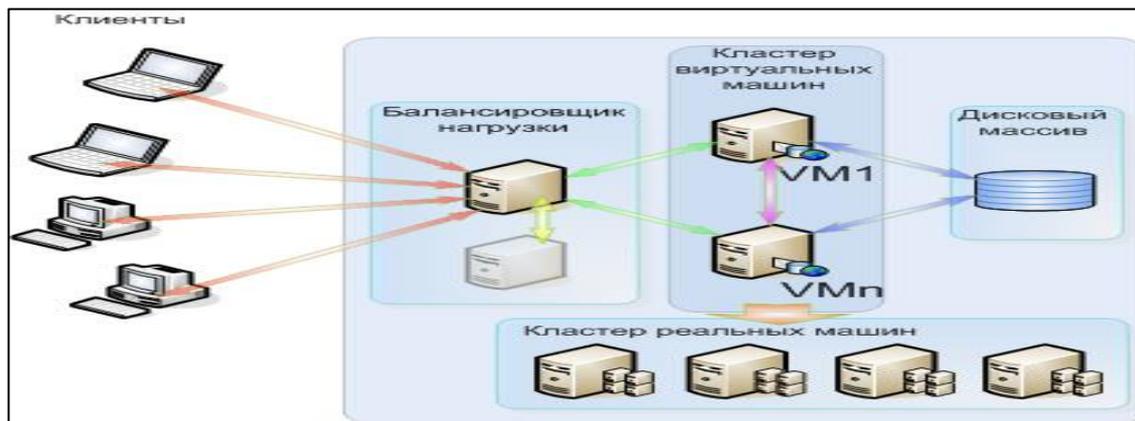


Рис. 5. Виртуальная реализация

Минимальные требования к используемому оборудованию:

1. Минимум два сервера для запуска необходимых сервисов
2. Внешнее хранилище типа iSCSI, Serially Attached SCSI или Fibre Channel.
3. При необходимости, сервер для балансировки нагрузки, (для обеспечения отказоустойчивости рекомендуется два или более серверов)

#### 4. Аппаратные средства отключения сбойного физического узла (Fence Device)

**Список используемых источников:**

1. Red Hat Enterprise Linux 6 High Availability.

URL: [https://access.redhat.com/documentation/en-](https://access.redhat.com/documentation/en-US/Red_Hat_Enterprise_Linux/6/pdf/High_Availability_Add-On_Overview/Red_Hat_Enterprise_Linux-6-High_Availability_Add-On_Overview-en-US.pdf)

[US/Red\\_Hat\\_Enterprise\\_Linux/6/pdf/High\\_Availability\\_Add-On\\_Overview/Red\\_Hat\\_Enterprise\\_Linux-6-High\\_Availability\\_Add-On\\_Overview-en-US.pdf](https://access.redhat.com/documentation/en-US/Red_Hat_Enterprise_Linux/6/pdf/High_Availability_Add-On_Overview/Red_Hat_Enterprise_Linux-6-High_Availability_Add-On_Overview-en-US.pdf)

2. Майкл Оми. Windows Server 2012: строим отказоустойчивый кластер с двумя узлами // Windows IT Pro/RE». 2013. №05.

3. Александр Кенин. Самоучитель системного администратора. Санкт- Петербург: БХВ-Петербург, 2012. 508 с.

---

© 2016, Кадочникова Н.А.

*Подходы к построению отказоустойчивых кластеров*

---

© 2016, Kadochnikova N.A.

*Approaches to the construction of failover clusters*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.163

Поступила (Received): 24.10.2016

**Киргизов Р.С., Бакшеев Ю.К.**  
**Обзор устройств для исследования на сдвиг грунтов**  
**при разработке их землеройными машинами**

**Kirgizov R.S., Baksheev Yu.K.**  
**Overview of devices for the study of the shear soil**  
**in the development of earth-moving machines**

*В статье на основании патентного исследования приведен обзор существующих устройств и стендов для определения грунтов сопротивлению сдвигу. Дан анализ их достоинств и недостатков. Описаны наиболее удачные конструкции*

**Ключевые слова:** адгезия грунта, когезия, сдвиговые устройства, сопротивление сдвигу грунта

*In the article on the basis of patent research provides an overview of the existing devices and stands for determination of soil shear strength. The analysis of their strengths and weaknesses. We describe the most successful design*

**Key words:** adhesion of soil, cohesion, shear device, shear resistance of the soil

**Киргизов Роман Сергеевич**

Магистрант

Братский государственный университет  
г. Братск, ул. Макаренко, 40

**Kirgizov Roman Sergeevich**

Master

Bratsk state university  
Bratsk, Makarenko st., 40

**Бакшеев Юрий Константинович**

Студент

Братский государственный университет  
г. Братск, ул. Макаренко, 40

**Baksheev Yury Konstantinovich**

Student

Bratsk state university  
Bratsk, Makarenko st., 40

Адгезионные явления вызывают резкое увеличение сил трения, составляющие 30-60% тягового усилия землеройных машин [1-25].

Адгезия – это явление возникновения связей, препятствующих взаимному разъединению двух разнородных тел (фаз), обусловленных взаимодействием поверхностных сил этих тел (фаз) при их соприкосновении.

Когезия, определяющая прочность тела (сопротивление разрыву), обусловлена сцеплением молекул, атомов, ионов в объеме данного тела.

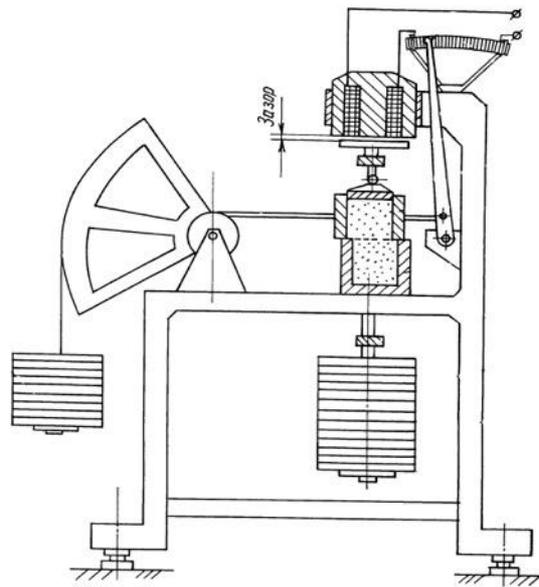
Сдвиговой эффект адгезии (когезии) оценивается по величине отношения условно-мгновенного удельного коэффициента срезания (УМУКС), за который принимают напряжение сдвига, соответствующее началу перемещения образца грунта относительно рабочей поверхности, определяемое по формуле [26,27]:

$$\tau = \frac{P_c}{S},$$

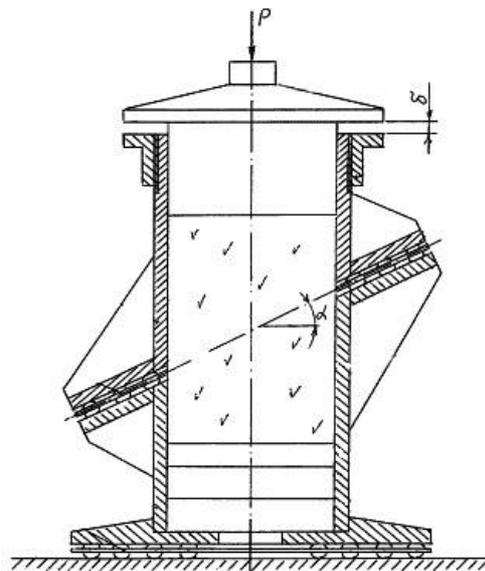
где  $P_c$  – нагрузка, необходимая для сдвига металлической поверхности относительно образца грунта, Н;  $S$  – площадь рабочей части примороженного образца грунта,  $m^2$ .

Для исследования сил сопротивления были разработаны специальные устройства – сдвиговые стенды и приборы. Они разделяются на 2 группы: стенды для сдвига грунта по грунту, для изучения когезионных явлений, и стенды для сдвига грунта по металлу или другим твердым материалам, для изучения адгезионных явлений.

Для изучения когезии и когезионных явлений используют стенды [28,29] для определения сопротивления грунта срезу (рис. 1,2).



**Рис. 1. Устройство для определения сопротивления грунта срезу**



**Рис. 2. Устройство для испытания мерзлого грунта на сдвиг**

Принцип действия у данных устройств примерно одинаков: в обоймы закладывается испытуемый грунт, устанавливается в рабочее положение и дополнительно прикладывается нагрузка определенной величины на верхнюю обойму, после чего производят сдвиг верхней обоймы относительно нижней с минимальной нагрузкой, необходимой для среза грунта внутри обойм. Данная нагрузка измеряется специальными датчиками или приборами. После чего рассчитывается напряжение сдвига или УМУКС.

Когезионные явления в основном исследуются для строительства, для землеройных машин более важен показатель адгезии.

Для изучения эффектов адгезии были разработаны специальные устройства и приборы для испытания грунтов на сдвиг по металлу или другим твердым материалам, которые часто используются на рабочих органах землеройных машин [30-33].

Один из представителей таких устройств – сдвиговой стенд (рис.3). Он относится к строительству и может быть использован для определения влияния различных факторов на напряжение сдвига различных материалов и грунтов по металлической поверхности при ультразвуковом воздействии, а также тепловом и др.

Стенд позволяет повысить эффективность испытаний путем моделирования в плоскости сдвига требуемого температурного режима с возможностью его регулирования.

Стенд сдвиговой содержит металлическую раму 1 с регулировочными винтами 2 и закрепленными на ней при помощи болтовых соединений 3 с возможностью вертикального перемещения направляющими 4, каретку 5, снабженную катками 6 и установленную подвижно в направляющих 4. Жестко закрепленный на каретке 5 источник 7 ультразвуковых колебаний, например магнитострикционный, с теплоизолированным корпусом 8 и излучающей поверхностью 9 и цилиндрическую обойму 10 без дна с размещенными внутри и концентрично ее оси съемным кольцом 11 и штампом 12 с крышкой 13. Штамп 12 жестко связан со штангой 14, которая установлена подвижно с возможностью вертикального перемещения в жестко закрепленной на раме 1 направляющей втулке 15 и соединена шарнирно с нагрузочным рычагом 16, на свободном конце которого подвешена подставка 17 со съемными (сменными) грузами 18. Обойма 10 без дна посредством шпилек 19 с гайками 20 с возможностью регулировки прикреплена к раме 1 и снабжена теплоизоляционным кожухом 21 и двумя болтами 22 для фиксации в ней съемного кольца 11. Кольцо 11 из пластмассы, например ударо-прочного полиэтилена высокого давления, выполнено с внутренним диаметром, равновеликим наружному диаметру штампа 12. Последний выполнен полым с отверстиями 23 и 24 с одной стороны для подвода и отвода хладагента и герметично закрыт крышкой 13. Теплопроводность материала крышки 13 больше теплопроводности материала штампа 12.

Сдвиговой стенд работает следующим образом. Каретку с источником ультразвуковых колебаний устанавливают за обойму в крайнее правое положение, а рычаг со штангой и штампом – в крайнее верхнее положение с фиксацией.

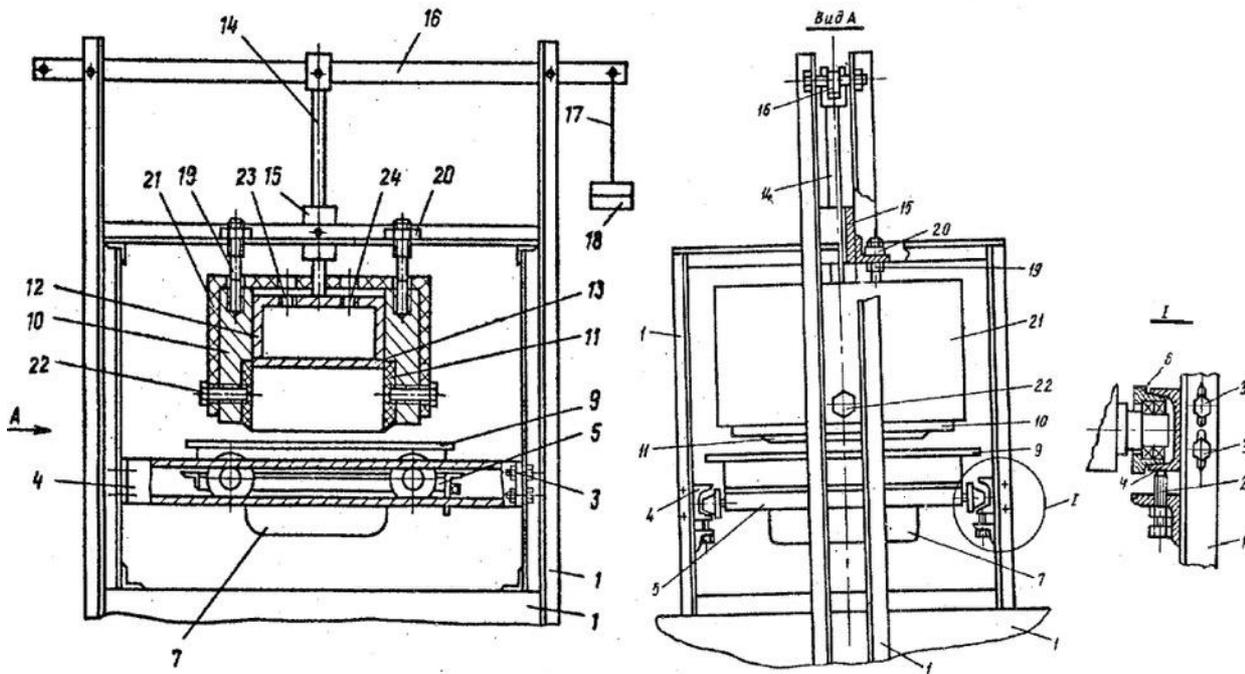


Рис. 3. Сдвиговой стенд (разрез, вид спереди, увеличенный вид ролика)

Кольцо с испытуемым материалом, например, грунтом, помещают в обойму и фиксируют болтами. Затем каретку устанавливают под центр кольца с испытуемым материалом. Ослабляют болтовые соединения и регулировочными винтами устанавливают направляющие так, чтобы излучающая поверхность стала параллельной съемному кольцу с материалом, а шпильками с гайками устанавливают зазор между ними для размещения теплоизоляционной прокладки. Затягивают болтовые соединения.

Посредством трехходового крана и теплоизолированных трубопроводов из емкости подают хладагент в полости штампа и корпуса, источника ультразвуковых колебаний, одновременно или раздельно (в зависимости от требуемых условий испытаний). Рычагом через штангу приводят крышку штампа (предварительно смазанную тонким слоем глицерина для предотвращения примерзания) в соприкосновение с испытуемым материалом. Между хладагентом и испытуемым материалом через крышку, выполненную из материала с теплопроводностью больше теплопроводности материала штампа, происходит теплообмен, при котором испытуемый материал охлаждается хладагентом до требуемой температуры. Подавая хладагент в полость корпуса, источника ультразвуковых колебаний, охлаждают до требуемой температуры металлическую излучающую поверхность.

После приобретения испытуемым материалом и металлической излучающей поверхностью требуемых величин температуры, рычаг переводят в крайнее верхнее положение, приподнимают обойму с кольцом и материалом, вращением гаек убирают теплоизоляционную прокладку. Опускают рычаг, который через штангу и штамп перемещает испытуемый материал в кольцо до соприкосновения его с излучающей поверхностью. Таким образом моделируют в плоскости сдвига требуемый температурный режим.

Температуру хладагента, определяющую требуемый температурный режим в плоскости сдвига, регулируют охладителем, например, жидким азотом, через который проходит хладагент.

Выдерживают требуемое по условиям испытаний время контакта между материалом и металлической излучающей поверхностью, фиксируя его таймером. Удельное давление испытываемого материала на металлическую излучающую поверхность источника ультразвуковых колебаний, передаваемое на испытываемый материал посредством штампа, штанги и нагрузочного рычага, устанавливают сменой съемных грузов на подставке.

На источник ультразвуковых колебаний подают питание от ультразвукового генератора и включают приводной механизм перемещения каретки. Параллельно осуществляют регистрацию напряжения сдвига материала комплектом тензометрической аппаратуры. Сдвиг происходит по поверхности контакта испытываемого материала и металлической излучающей поверхности. Требуемая для испытаний максимальная площадь этого контакта, равная площади внутреннего диаметра съемного кольца, обеспечивается установкой излучающей поверхности параллельно съемному кольцу с испытываемым материалом.

Техническим результатом изобретения является определение параметров сдвига грунта по поверхности сдвига при воздействии разных температурных режимов, влияющих на адгезию.

#### **Список используемых источников:**

1. Зеньков С.А., Батуру А.А., Булаев К.В. Теоретические предпосылки повышения производительности экскаваторов при устранении адгезии грунта к ковшу // *Механики XXI века*. 2006. № 5. С. 79-81.
2. Зеньков С.А., Батуру А.А., Булаев К.В., Диппель Р.А. Анализ структуры рабочего органа ковшовой типа с устройством внешнего интенсифицирующего воздействия для снижения адгезии грунта // *Механики XXI века*. 2005. № 4. С. 49-52.
3. Rajaram G., Erbach D.C. *Effect of wetting and drying on soil physical properties.* // *Journal of Terramechanics* 36 (1999) P. 39-49.
4. Заднепровский Р.П. *Рабочие органы землеройных и мелиоративных машин и оборудования для разработки грунтов и материалов повышенной влажности.* М.: Машиностроение, 1992. 176 с.
5. Зеньков С.А., Булаев К.В., Батуру А.А. Планирование эксперимента для определения влияния жидкостного слоя на сопротивление сдвигу грунта по металлической поверхности при отрицательной температуре // *Механики XXI века*. 2006. № 5. С. 84-87.
6. Зеньков С.А., Козик А.С., Буйлов О.А. Применение полимерных противоналипавших листов для снижения адгезии грунтов к рабочим органам землеройных машин // *Механики XXI века*. 2010. № 9. С. 112-114.
7. Зеньков С.А., Плеханов Г.Н., Балахонов Н.А., Чубыкин А.С. Оборудование для определения влияния жидкостного промежуточного слоя на адгезию грунта к металлическим поверхностям рабочих органов землеройных машин // *Вестник Таджикского технического университета*. 2014. Т. 2. № 26. С. 28-32.
8. Зеньков С.А., Балахонов Н.А., Чубыкин А.С., Кожевников А.С. Анализ применения жидкостного промежуточного слоя для снижения адгезии грунта к металлическим поверхностям рабочих органов землеройных машин // *Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки*. 2014. Т. 1. С. 189-195.
9. Зеньков С.А., Кожевников А.С., Баев А.О., Дрюпин П.Ю. Определение мест установки электронагревательных гибких ленточных элементов для борьбы с намерзанием грунта к металлическим поверхностям рабочих органов землеройных машин // *Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки*. 2014. Т. 1. С. 195-202.
10. Зеньков С.А., Курмашев Е.В., Елохин А.В., Дэлэг Д. Перспективы применения гибких нагревательных ленточных элементов для снижения адгезии грунта к рабочим органам ковшовой типа //

Механики XXI века. 2009. № 8. С. 164-167.

11. Зеньков С.А., Жидовкин В.В., Ничаев А.Н., Курмашев Е.В. Применение оборудования теплового воздействия для снижения адгезии грунтов // Механики XXI века. 2010. № 9. С. 129-132.

12. Зеньков С.А., Игнатъев К.А., Филонов А.С. Эффективность гибких нагревательных элементов для борьбы с адгезией грунтов к землеройным машинам // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 1. С. 134-137.

13. Зеньков С.А., Игнатъев К.А., Филонов А.С., Банщиков М.С. Исследование влияния теплового воздействия на адгезию грунтов к рабочим органам землеройных машин // Механики XXI века. 2013. № 12. С. 228-232.

14. Зеньков С.А., Кожевников А.С., Кутимский Г.М. Использование электронагревательных гибких ленточных элементов для борьбы с намерзанием грунта к металлическим поверхностям рабочих органов землеройных машин // Механики XXI века. 2014. № 13. С. 156-160.

15. Зеньков С.А., Диппель Р.А., Булаев К.В., Батуро А.А. Планирование эксперимента по исследованию влияния параметров теплового воздействия на сопротивление сдвигу грунта // Механики XXI века. 2005. № 4. С. 52-56.

16. Зенков С.А., Ереско С.П. Моделирование процесса копания грунта вибрирующим ковшевым рабочим органом при отрицательной температуре // Горное оборудование и электромеханика. 2008. № 12. С. 44-49.

17. Зеньков С.А. Методика расчета оборудования с акустическим воздействием для снижения адгезии грунтов к ковшам экскаваторов // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2006. № 2-1 (26). С. 67-72.

18. Зеньков С.А., Курмашев Е.В. Определение параметров вибрационного оборудования к ковшам экскаваторов для снижения адгезии грунтов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2009. № 89-2. С. 90-94.

19. Зеньков С.А., Игнатъев К.А., Филонов А.С. Применение пьезокерамических трансдьюсеров для снижения адгезии при разработке связных грунтов // Вестник Таджикского технического университета. 2013. № 4 (24). С. 17-22.

20. Зеньков С.А., Игнатъев К.А., Филонов А.С., Балахонов Н.А. Устранение налипания грунта на рабочие органы землеройных машин с использованием пьезокерамических излучателей // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2013. Т. 1. С. 64-72.

21. Зеньков С.А., Батуро А.А. Комбинированное устройство снижения адгезии грунта к ковшу экскаватора // Механики XXI века. 2007. № 6. С. 76-78.

22. Зеньков С.А., Козик А.С., Буйлов О.А. Снижение адгезии грунтов к рабочим органам землеройных машин при помощи высокочастотного воздействия // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2011. Т. 2. С. 88-92.

23. Зеньков С.А., Козик А.С., Буйлов О.А., Зеньков А.С. Устранение адгезии грунтов к рабочим органам землеройных машин при помощи ультразвукового воздействия // Механики XXI века. 2011. № 10. С. 146-148.

24. Зеньков С.А., Игнатъев К.А., Филонов А.С. Планирование эксперимента по применению пьезокерамических излучателей для борьбы с адгезией грунтов к рабочим органам землеройных машин // Механики XXI века. 2012. № 11. С. 399-402.

25. Зеньков С.А., Товмасын Э.С. Математическая модель для определения параметров оборудования высокочастотного действия при проектировании ковшей экскаваторов // Современные проблемы теории машин. 2014. № 2. С. 41-44.

26. Зеньков С.А., Курмашев Е.В. Анализ возможного повышения производительности экскаваторов при термоакустическом воздействии для устранения адгезии грунта к ковшу // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2008. № 2. С. 137-140.

27. Зеньков С.А., Балахонов Н.А., Игнатъев К.А. Пьезокерамические излучатели на ковшах экскаваторов для борьбы с налипанием грунтов // Аспирант. 2015. № 3 (8). С. 26-30.

28. Трофимов В.И. Устройство для испытания мерзлого грунта на сдвиг: пат. 2291250 Рос. Федерация. № 2005113426/03; заявл. 03.05.2005; опубл. 10.01.2007, Бюл. № 1.

29. Александров В.М., Никитин В.В. Устройство для определения сопротивления грунта срезу: пат. 2094566 Рос. Федерация № 94010722/03; заявл. 25.03.1994; опубл. 27.10.1997, Бюл. № 5.

30. Зеньков С.А., Курмашев Е.В., Мунц В.В. Стенд для исследования влияния комбинированного воздействия на адгезию грунтов к землеройным машинам // Механики XXI века. 2007. № 6. С. 15-18.

31. Баловнев В.И., Бакатин Ю.П., Зеньков С.А., Журавчук С.В. Сдвиговой стенд // патент на изобретение RUS 1310696 12.12.1985

32. Зеньков С.А., Кобзов Д.Ю., Курмашев Е.В. Стенд сдвиговый // патент на изобретение RUS 2460989 28.09.2010

33. Зеньков С.А., Булаев К.В., Батура А.А., Диппель Р.А. Стенд для исследования влияния интенсифицирующего воздействия на прочность смерзания грунта с металлической поверхностью рабочего органа // Механика XXI века. 2005. № 4. С. 44-49.

© 2016, Киргизов Р.С., Бакшеев Ю.К.

Обзор устройств для исследования на сдвиг грунтов  
при разработке их землеройными машинами

© 2016, Kirgizov R.S., Baksheev Yu.K.

Overview of devices for the study of the shear soil in  
the development of earth-moving machines

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.170

Поступила (Received): 03.10.2016

**Киряков Е.И., Гросу Р.А.**  
**К вопросу об использовании ветрогенераторов  
для автономного энергоснабжения  
транспортных сооружений**

**Kiriakov E.I., Grosu R.A.**  
**To a question about the use of wind turbines for  
independent power supply of transport facilities**

*Рассмотрен вопрос о возможности преобразования ветрогенераторами энергии воздушных потоков создаваемых проходящим транспортом для энергообеспечения элементов инженерного оборудования и обустройства транспортных сооружений*

**Ключевые слова:** транспортные сооружения, энергообеспечение, ветрогенераторы, транспортный поток, воздушная волна

**Киряков Евгений Иванович**

*Кандидат технических наук, доцент  
Томский государственный архитектурно-строительный университет  
г. Томск, пл. Соляная, 2*

**Гросу Руслан Александрович**

*Студент  
Томский государственный архитектурно-строительный университет  
г. Томск, пл. Соляная, 2*

*The question about the possibility of conversion of wind generators air flow energy produced by passing vehicles for eneogoobespechniya elements of engineering equipment and construction of transport facilities*

**Key words:** traffic construction, energy supply, wind generators, traffic, air wave

**Kiriakov Evgeny Ivanovich**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Tomsk state university of architecture and civil engineering  
Tomsk, Solyanaya sq., 2*

**Grosu Ruslan Aleksandrovich**

*Student  
Tomsk state university of architecture and civil engineering  
Tomsk, Solyanaya sq., 2*

Для обеспечения работы элементов инженерного оборудования и обустройства транспортных сооружений с каждым годом требуется все больше электроэнергии. Это и искусственное освещение участков дороги, светофорное регулирование дорожного движения, обеспечение работы метеорологических комплексов и комплексов видеоконтроля за движением, охраны и т.д. [1]. При наличии вблизи от транспортных сооружений постоянных источников энергии, линий электропередач вопросы электропитания решаются достаточно просто, путем подключения к этим источникам. Но при отсутствии централизованного энергоснабжения или значительном удалении транспортных сооружений от энергоносителей, электропитание транспортной инфраструктуры часто не

производится или значительно ограничивается использованием маломощных автономных источников электропитания.

Для снижения энергопотребления используют различные энергосберегающие технологии, такие как, использование светодиодных ламп, альтернативных комбинированных источников электроэнергии и т.д. Но потребность в электроэнергии увеличивается с каждым годом, а соответственно и ее стоимость, что в конечном итоге требует поиска более эффективных автономных энергоисточников.

Идея использования альтернативных источников далеко не нова, и ежегодно изобретаются новые технологии или дорабатываются старые, становясь более мощными и эффективными при выработке электроэнергии. Из множества рассмотренных технологий получения энергии с помощью автономных источников самым предпочтительным для транспортных сооружений на наш взгляд следует считать ветровой способ, так как не у каждого сооружения имеются необходимые условия для получения энергии в достаточном количестве: водный ресурс; необходимое количество солнечной энергии, наличие геотермальных источников и т.д. [2].

В качестве примеров использования силы естественного ветра могут служить концепция итальянских дизайнеров – разработка проекта чистого экологического моста оснащённого ветрогенераторами и солнечными панелями [3], изобретение разработанное Муруговым В.П. [4], патент Коротя Б.В. RU 2168061 [5] и др.

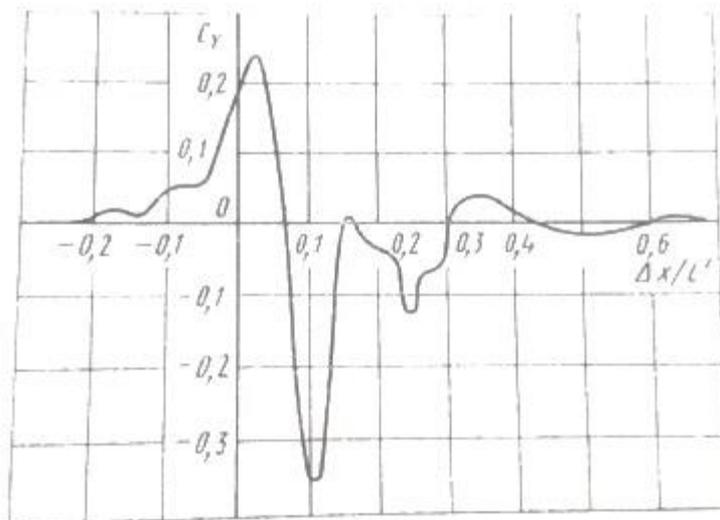
Недостатками этих систем являются зависимость от природного ветра и солнечной энергии, т.е. производительность установок будет напрямую зависеть от климатических и природных условий.

Нами предлагается использование энергии воздушных потоков, создаваемых проходящим транспортом, т.е. технологию независимую от условий погоды (естественного ветра). Идея заключается в размещении ветроэнергетических установок вдоль транспортного сооружения, на расстоянии позволяющем захватывать воздушную волну от проходящего транспорта и преобразовывать ее в электроэнергию. Система предполагает использование небольших по размерам ветрогенераторов, но обладающих повышенной мощностью за счет постоянного воздействия воздушного потока большой скорости. Размещение небольших по размеру ветроэнергетических установок, их количество будет напрямую зависеть от мощности энергопотребителей транспортного сооружения и сопряженных с ним сооружений. Использование потоков естественного и искусственного ветра делает устройство универсальным что позволяет применять его в любых климатических зонах. Подтверждением данной рабочей гипотезы могут служить эксперименты, проведенные в компании «Форд моторс».

Вероятно, каждый из нас ощущал воздействие воздушной волны, создаваемой проезжающим на высокой скорости автотранспортом и тянущий эффект после его проезда. Данный аэродинамическое воздействие испытывает любой объект находящийся непосредственно в близости от этого источника. Проведенные испытания по определению аэродинамической нагрузки от проезжающего мимо автобуса на стоящий автомобиль были описаны Биувейс Ф.Н в статье

«Аэродинамические нагрузки, действующие на стоящий автомобиль и вызванные проходящим мимо автобусом» [6].

Данный эксперимент бы проведен в лаборатории на моделях с масштабом 1:10, где мимо стоящего автомобиля на расстояниях от 12 до 20 см (что в натуре составляло от 1,2 до 2 м) проходил автобус со скоростью 21 м/с (75 км/ч), для фиксации результатов были использованы чувствительные весы. Результаты испытаний приведены на рисунке.



**Рис 1. Изменение коэффициента боковой силы  $C_y$  в зависимости от расположения автобуса относительно объекта**

Как видно из кривой, в начальный момент когда передний край автобуса находится сзади автомобиля, начинается возрастание  $C_y$ , первый положительный пик наблюдается когда автобус проходит  $1/4$  длины автомобиля, это означает что боковая сила направлена от автобуса в сторону автомобиля. При дальнейшем движении автобуса положительная сила меняет свое направление и возникает отрицательный пик (притяжение к автобусу), когда передние части совпадают, а в дальнейшем волна затухает с уменьшением амплитуды при отдалении автобуса от автомобиля, по абсолютной величине отрицательный пик приблизительно на 40% больше положительного.

На основе этих испытаний были рассчитаны максимальные значения воздействия автобуса на стоящий автомобиль, которые приведены в таблице.

**Таблица 1. Максимальные значения аэродинамических сил и моментов, действующих на автомобиль при скорости проходящего автобуса 110 км/ч**

Составляющая аэродинамическая нагрузка	Сила (момент)
Подъемная сила, Н	71
Соппротивление, Н	209
Боковая сила, Н	502
Момент тангажа, Н·м	107
Момент крена, Н·м	85,5
Момент рысканья, Н·м	120,1

Результаты этого эксперимента показали, что воздушный поток, образующийся от проходящего транспорта, обладает значительным моментом и может быть использован как движущая сила для вращения крыльчатки ветрогенератора с необходимой скоростью.

Использование силы ветра от проходящего транспорта для энергоснабжения транспортных сооружений позволит:

- 1) Получать экологически чистую энергию в необходимых количествах;
- 2) Экономить финансы на энергопотреблении сооружения за счет использования альтернативного источника питания;
- 3) При наличии избытков электроэнергии аккумулировать ее или передавать другим потребителям.

Данный метод получения альтернативной энергии можно считать универсальным, так как он не зависит от наличия естественного ветра и может быть размещен вдоль любого транспортного сооружения: автомобильных и ж/д путей, метрополитена и т.д.

Данная разработка в настоящее время находится в стадии оформления заявки на изобретение.

#### **Список используемых источников:**

1. ГОСТ Р 52766–2007 Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования. Утвержден: Ростех регулирование (23.10.2007) Дата введения 01.07.2008. М.: Стандартинформ 2008. 27с.
2. Панов М.В. Система автономного энергообеспечения автомобильных дорог с использованием ветрогенераторов / М.В. Панов, Е.И. Киряков // Материалы 59-й научно-технической конференции студентов и молодых ученых. 2013. С.358-362
3. URL: <http://energycraft.org/nauchnie-dostijeniya/solar-windmost-s-vetrogeneratorami-i-solnechnymi-batarejami.html>
4. Автономная система электроосвещения в зонах децентрализованного энергоснабжения: пат. 2157947 Рос. Федерация: МПК F21S 8/10 F21S 9/00 F21K 7/00 F21W 111/02 F21W 131/10 F03D 9/02 / В.П. Муругов, Р.А. Серебряков, А.К. Сокольский, С.Н. Мартиросов; Заявитель и патентообладатель: Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства.
5. Электроэнергетическая установка: пат. 2168061 Рос. Федерация: МПК F03D 9/00 / Коротя Борис Викторович, Крыжов Гарольд Петрович; Заявители и патентообладатели: Коротя Борис Викторович, Крыжов Гарольд Петрович.
6. Биувейс Ф.Н. Аэродинамические нагрузки, действующие на стоящий автомобиль и вызванные проходящим мимо автобусом // Аэродинамика автомобиля. Сборник статей. Перевод с английского Ф.Н. Шклярчука. Москва «Машиностроение» 1984г с.152.

© 2016, Киряков Е.И., Гросу Р.А.

*К вопросу об использовании ветрогенераторов для автономного энергоснабжения транспортных сооружений*

© 2016, Kiriakov E.I., Grosu R.A.

*To a question about the use of wind turbines for independent power supply of transport facilities*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.174

Поступила (Received): 10.10.2016

**Ключева Н.С.**  
**Анализ конструктивных особенностей**  
**письменного корректора**

**Klyutseva N.S.**  
**Analysis of the design features of writing corrector**

*В работе проведен анализ конструктивных особенностей письменного корректора. Предложена эргономичная конструкция корректора для снижения утомляемости и улучшения чистописания. Показаны результаты натурных испытаний на группах школьников и студентов. Приведен чертеж для изготовления корректора*

**Ключевые слова:** письменный корректор, эргономичная конструкция, исследование

**Ключева Нина Сергеевна**

Студент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (филиал)

г. Калуга, ул. Баженова, 2

*The analysis of the design features of writing corrector. A corrector ergonomic design to reduce fatigue and improve penmanship. The results of field tests on groups of pupils and students. For making the corrector it is a drawing*

**Key words:** writing corrector, ergonomic design, research

**Klyutseva Nina Sergeevna**

Student

Moscow state technical university named N.E. Bauman (branch)

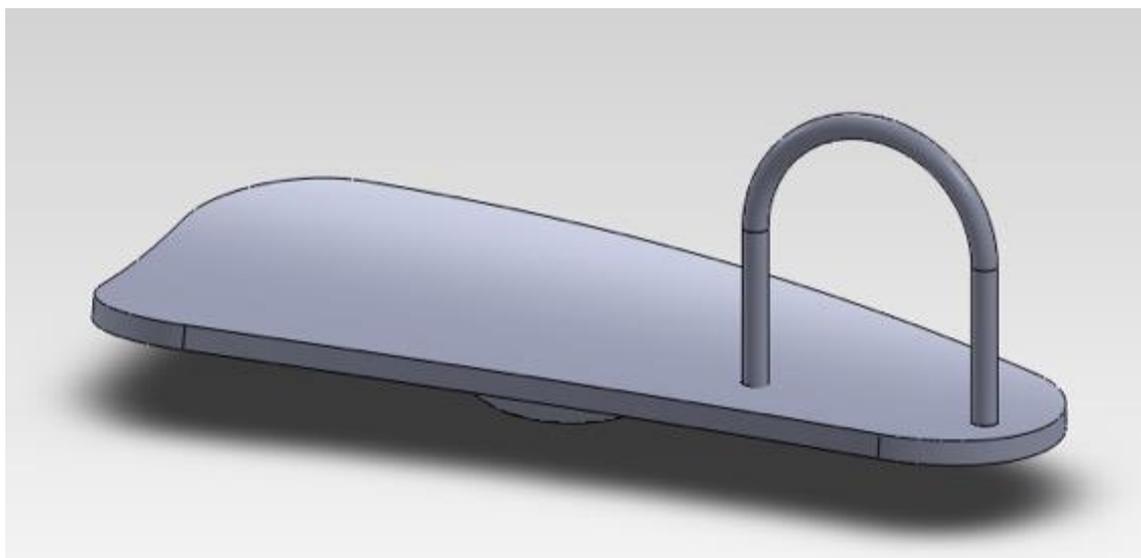
Kaluga, Bazhenova st., 2

*Работа выполнена в рамках гранта по программе «УМНИК» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, договор 8342ГУ2/2015*

Одним из основных неудобств при длительном написании текстов с помощью шариковых, гелевых и перьевых ручек является утомление руки. Кроме того, если рабочая рука – левая (левша) к утомляемости прибавляется смазывание написанного ладонью. В этом случае рука загрязняется чернилами. Использование быстросохнущих паст не предотвращают смазывание, так как при длительной работе чернила нагреваются от тепла рук и время застывания становится больше чем время, требуемое на передвижение руки. Производители специальных ручек для левшей или насадок на ручки и карандаши решают проблему правильной постановки руки [1], расширяют видимую область для левшей, но не снижают утомляемости.

В данной работе предлагается принципиально новое решение, в виде специального устройства «письменный корректор». Корректор представляет

собой насадку на основную рабочую руку в двух вариантах, традиционном и для левшей. Твердотельная модель корректора представлена на рис. 1.



*Рис. 1. Внешний вид письменного корректора*

Рассматривался ряд конструкторских решений дизайна корректора с учетом технологичности будущего воплощения [2]. Для каждого из них опытный образец апробировался на испытательной группе студентов и школьников (Рис. 2).



*Рис. 2. Экспериментальные испытания письменного корректора*

Указанный на рис. 1. вариант по результатам анкетирования после экспериментов на утомляемость и анализа динамики изменения почерка выделился как самый эргономичный вариант. Результаты экспериментов обрабатывались по известной методике [3]. Чертеж наиболее эффективного варианта корректора изображен на рис. 3.

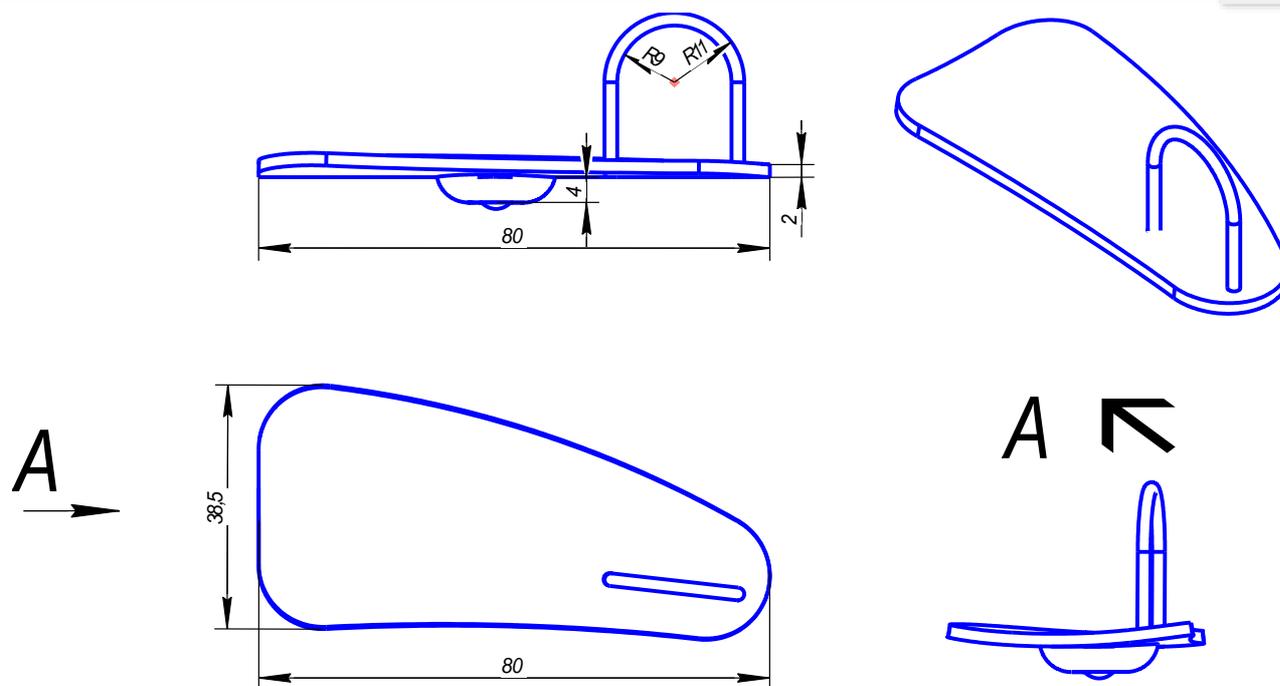


Рис. 3. Эргономичный письменный корректор

Такая модель представляет собой изогнутую пластину, повторяющую форму ладони.

Для данной модели были выбраны основные параметры. Разработка технических параметров насадки основывалась на размерах и параметрах тыльной стороны ладони среднестатистического. Длина данной насадки составила 80 мм. Ширина около пальца – 20мм, около запястья – 38,5мм. Толщина пластины составляет 2 мм. Пластина имеет изогнутую форму, которая повторяет форму ладони при письме. Ширина пластины изменяется от пальцев к запястью, повторяя форму ладони, так как при письме она изгибается. Чтобы рука не соскальзывала, пластина изогнута вовнутрь. Для крепления пальца во время письма предусмотрено кольцо. Чтобы фиксирующее кольцо не мешало при письме, оно делается прорезиненным, таким образом мизинец не будет сильно напрягаться. Фиксирующее устройство выполнено в виде U-образного элемента из прорезиненного пластика с возможностью регулирования его длины. Радиус изгиба фиксирующего устройства равен 9мм. Элемент качения смещен относительно центра пластины. В данном элементе важно соблюсти конфигурацию, чтобы при письме крышка для элемента качения не соприкасалась с листом бумаги при письме. Чтобы шарик не смазывал написанный текст, в корпусе установлена фетровая пластина, с помощью которой шарик самоочищается. В случае сильного загрязнения, данный элемент качения можно извлечь и промыть, открыв крышку насадки. Рука в данной модели удобно располагается и не испытывает напряжений.

Кроме очевидного удобства работы взрослых, данное приспособление будет полезно всем детям, как для облечения процесса, так и при обучении письму. Пример написания текста без применения и с применением корректора, указан на рисунке 4. и рисунке 5. Насадка корректирует постановку руки и наклон почерка, положительно влияет на манеру письма. Ладонь при письме остается чистой.

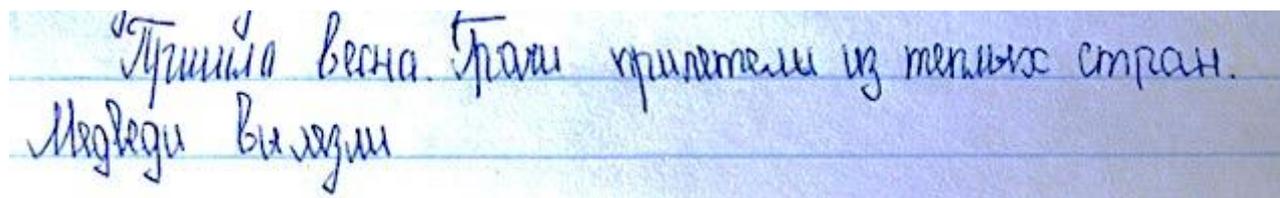


Рис. 4. Без применения корректора

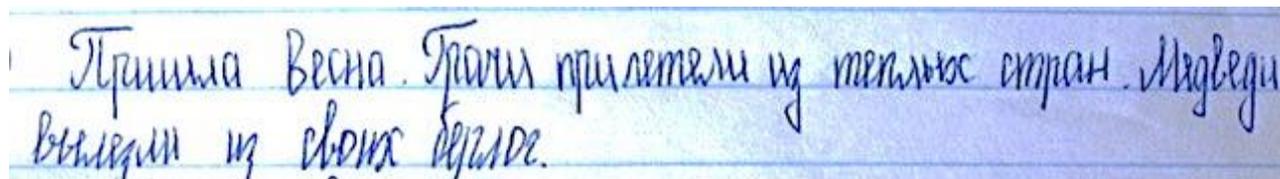


Рис. 5. С применением корректора

Письменный корректор будет востребован школьниками, студентами, офисными работниками и прочими людьми часто использующих ручки для письма. Также оно будет интересно художникам работающим пастелью, углем, карандашами и «сухой» акварелью.

#### Список используемых источников:

1. Товары для левшей. URL: <http://www.lefthandwriting.ru/>
2. Мусохранов М.В., Калмыков В.В., Авраменко М.Ю. Технологические предпосылки повышения эксплуатационных характеристик направляющих элементов // *Фундаментальные исследования*. 2016. № 8-1. С. 55-58.
3. Калмыков В.В., Федорова О.С. Основные статистические методы анализа результатов экспериментов // *Электронный журнал: наука, техника и образование*. 2016. № 1 (5). С. 68-75.  
URL: <http://nto-journal.ru/uploads/articles/6543bd7766657d524707534f43de3f0f.pdf>

© 2016, Ключева Н.С.

Анализ конструктивных особенностей письменного корректора

© 2016, Klyutseva N.S.

Analysis of the design features of writing corrector

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.178

Поступила (Received): 03.10.2016

## Коротков В.В., Маклачков А.Н., Шитохина О.Г. Особенности работы струйных аппаратов

Korotkov V.V., Maklachkov A.N., Shitokhina O.G.  
Features of operation of jet apparatus

В статье приводятся особенности работы струйного насоса, которые были замечены авторами при проведении испытаний. Отмечается тот факт, что проведенные ранее испытания струйного насоса, изготовленного по той же самой конструкторской документации, не выявили никаких особенностей в его работе. В целях выявления причин указанных особенностей авторами был проведен ряд мероприятий, в результате которых характеристика струйного насоса оказалась близкой к ожидаемой. Авторы отмечают, что, несмотря на многочисленные экспериментальные и теоретические исследования струйных насосов, требуется дальнейшее исследование физических процессов, происходящих в их проточной части

**Ключевые слова:** струйный аппарат, особенности работы струйного насоса

**Коротков Виталий Владимирович**  
Кандидат технических наук, зав. кафедрой  
Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (филиал)  
г. Калуга, ул. Баженова, 2

**Маклачков Андрей Николаевич**  
Студент  
Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (филиал)  
г. Калуга, ул. Баженова, 2

**Шитохина Ольга Григорьевна**  
Кандидат физико-математических наук, доцент  
Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (филиал)  
г. Калуга, ул. Баженова, 2

The article describes the features of the jet pump operation, which were observed by the authors during tests. Jet pump, which was manufactured by the same design documentation was previously tested. These tests did not reveal any particularities in the work of the Jet pump. The authors conducted a series of activities to identify the causes of the features mentioned above. As a result, the characteristics of the jet pump become close to expected. The authors note that, despite numerous experimental and theoretical studies of jet pumps, requires further investigation of physical processes occurring in their flowing part

**Key words:** jet apparatus, features of jet pump operation

**Korotkov Vitaliy Vladimirovich**  
Candidate of Technical Sciences, Head of  
Department  
Moscow state technical university named N.E.  
Bauman (branch)  
Kaluga, Bazhenov st., 2

**Maklachkov Andrey Nikolaevich**  
Student  
Moscow state technical university named N.E.  
Bauman (branch)  
Kaluga, Bazhenov st., 2

**Shitokhina Olga Grigoryevna**  
Candidate of Physico-mathematical Sciences,  
Associate Professor  
Moscow state technical university named N.E.  
Bauman (branch)  
Kaluga, Bazhenov st., 2

Как известно, струйными аппаратами называются аппараты, в которых происходит смешение и обмен энергий двух потоков разных давлений с образованием смешанного потока с промежуточным давлением (рис. 1) [1].



## диф-р.frw (Командная строка)

*Рис. 1. Схема струйного аппарата*

Основным, принципиальным качеством струйных аппаратов является повышение давления инжектируемого потока без непосредственной затраты механической энергии. Благодаря этому качеству использование струйных аппаратов во многих отраслях техники позволяет получать более простые и надежные технические решения по сравнению с применением механических нагнетателей.

Многочисленные экспериментальные и теоретические исследования работы струйных аппаратов позволили изучить влияние геометрических и режимных факторов на показатели их работы, выявить ряд важных особенностей рабочего процесса в струйных аппаратах, теоретически предсказать некоторые характеристики и наметить пути дальнейшего усовершенствования [2-5].

Вместе с тем, большинство исследований не завершается созданием апробированных в промышленности и доступных широкому кругу пользователей методов расчета струйного аппарата, позволяющих для каждого конкретного случая определить наивыгоднейший режим работы эжектора и подобрать оптимальные размеры и форму проточной части. Это обусловлено сложностью рабочего процесса и трудностями в корректном математическом его описании. Нужны дополнительные исследования физических процессов, происходящих в проточной части струйного аппарата.

О необходимости дальнейшего изучения работы струйных аппаратов свидетельствуют результаты испытаний, проведенные авторами данной статьи.

Результаты испытаний струйного насоса.

При испытании струйного насоса №2 для системы сбора и возврата конденсата была зафиксирована особенность в его работе, которая заключалась в наличии провала на характеристике  $\Delta p_c / \Delta p_p = f(G_n / G_p)$ , где

$\Delta p_c = p_c - p_n$  – перепад давлений, создаваемый струйным насосом,

$\Delta p_p = p_p - p_n$  – перепад давлений рабочего потока,  $G_n, G_p$  – расходы инжектируемой и рабочей среды (рис. 2).

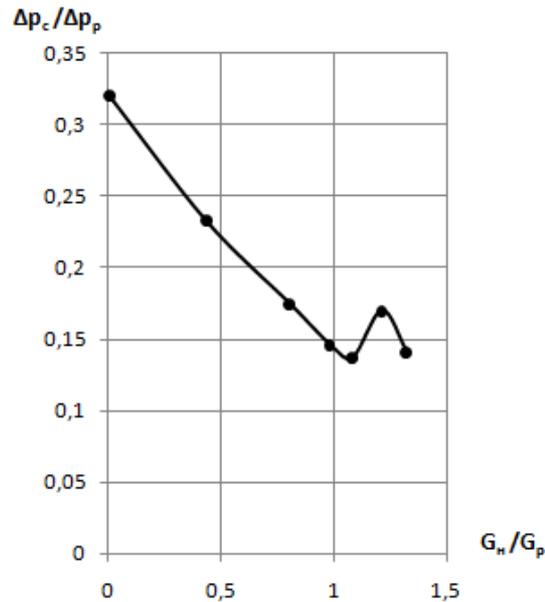


Рис. 2. Напорная характеристика струйного насоса № 2

Геометрические характеристики струйного насоса №2 представлены в таблице 1.

Таблица 1. Геометрические характеристики струйного насоса №2

$\frac{d_c}{d_p}$	$\frac{d_H}{d_p}$	$\frac{d_2}{d_p}$	$\frac{l_c}{d_p} = \frac{l_{c1} + l_{c2}}{d_p}$	$\frac{l_k}{d_p}$	$\frac{l_\theta}{d_p}$
0,44	3,05	2,38	3,09	5,05	7,91

Следует отметить, что изготовленный ранее струйный насос №1 такого же типа не имел провала на напорной характеристике (рис. 3).

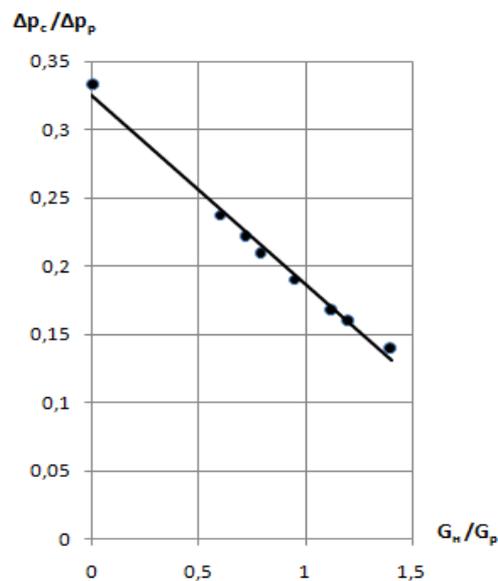


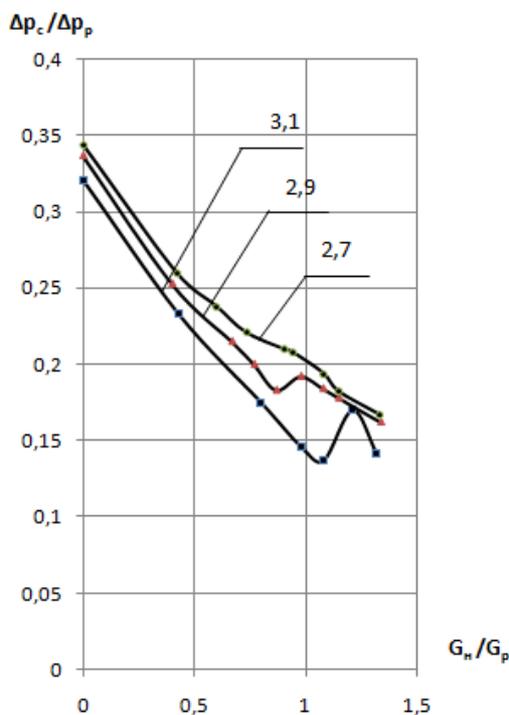
Рис. 3. Напорная характеристика струйного насоса № 1

Такая особенность в работе струйного аппарата не нашла отражения технической литературе. Однако, авторы статьи уже сталкивались с подобным явлением при отработке водоструйного эжектора для системы циркуляции охлаждающей воды. Причина этого явления не была установлена.

Предположения о возможности влияния перекосов в ступени, наличие выступов в камере смешения, отрывного течения в выходном диффузоре не подтвердились.

В целях выяснения причин провалов на характеристиках струйного насоса была проведена проверка основных геометрических характеристик и несоосности горла диффузора и сопла, которая не выявила отклонений от требований чертежа.

Для ликвидации провалов напора, было решено провести дополнительные испытания при различном расстоянии  $l_c$  – между срезом сопла и выходом в горло диффузора путем замены дистанционных прокладок. Результаты испытаний представлены на рис. 4.



**Рис. 4. Напорные характеристики насоса №2 при различной величине  $\frac{l_c}{d_p}$**

Видно, что по мере приближения сопла к горлу диффузора, величина провала напорной характеристики уменьшается и при величине  $\frac{l_c}{d_p} = 2,7$  провал характеристики почти отсутствует. Дальнейшее приближение сопла к диффузору не производилось.

### Выводы

1. Экспериментальные характеристики струйных насосов спроектированных по общеизвестным рекомендациям могут существенно отличаться от прогнозируемых.

2. Струйные насосы, изготовленные по одной и той же конструкторской документации, могут иметь разные напорные характеристики.

3. Опыт отработки струйных аппаратов свидетельствует о необходимости дальнейших исследований физических процессов, происходящих в их проточной части.

**Список используемых источников:**

1. Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. М.: Энергоатомиздат, 1989 г. 352 с.
2. Акульшин А.А., Петрченко В.П., Шалай И.С. Анализ методов расчета струйных насосов: Известия юго-западного государственного университета. Юго-западный государственный университет (Курск) №4-2, 2012 г. 166-169 с.
3. Битюцких С.Ю., Спиридонов Е.К. Исследование и расчет гидродинамики в струйном насосе: Вестник южно-уральского государственного университета, серия: машиностроение. Южно-Уральский государственный университет (Челябинск) №1, 2016 г. 5-15 с.
4. Спиридонов Е.К., Дурасов А.А. Характеристики нестационарной эжекции в жидкостном струйном насосе: Вестник южно-уральского государственного университета, серия: машиностроение. Южно-Уральский государственный университет (Челябинск) №25, 2007 г. 35-43 с.
5. Чабурко П.С., Ломакин В.О. Численное моделирование течения жидкости в струйном насосе, серия: машиностроение. Сетевой электронный научный журнал №3, 2014 г. 55-58 с.

© 2016, Коротков В.В., Маклачков А.Н.,  
Шитохина О.Г.

Особенности работы струйных аппаратов

© 2016, Korotkov V.V., Maklachkov A.N.,  
Shitokhina O.G.

Features of operation of jet apparatus

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.183

Поступила (Received): 24.10.2016

**Коротков С.Г., Сазонова Я.Е.**  
**Применение методики обобщения результатов**  
**расчета экологических рисков**

**Korotkov S.G., Sazonova Ya.E.**  
**Application of the method of generalization**  
**environmental risk calculation results**

*Предложена процедура обобщения результатов расчета экологического риска от группы источников выбросов, в основу которой положено аффинное преобразование частных зависимостей.*

*Приведен пример получения обобщенного выражения влияния скорости выхода газозвдушной смеси из устья дымовой трубы на уровень экологического риска*

**Ключевые слова:** экологический риск, выбросы, скорость газозвдушной смеси, аффинное преобразование, нормирование

*A procedure for calculating the environmental risk of generalization of the results from the emission source group, which is based on an affine transformation of private relationships. An example of producing a generalized expression of the influence of the speed of the output gas mixture from the mouth of the chimney on the level of environmental risk*

**Key words:** environmental risks emission rate of the gas mixture, affine transformation, normalization

**Коротков Сергей Георгиевич**

*Кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой*

*Сибирский государственный индустриальный университет*

*г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42*

**Korotkov Sergey Georgievich**

*Candidate of Engineering Sciences, Professor, Head of Department*

*Siberian state industrial university*

*Novokuznetsk, Kirova st., 42*

**Сазонова Яна Евгеньевна**

*Студент*

*Сибирский государственный индустриальный университет*

*г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42*

**Sazonova Yana Evgenievna**

*Student*

*Siberian state industrial university*

*Novokuznetsk, Kirova st., 42*

Изучение экологических рисков от выбросов при производственной деятельности предприятий является важным в стратегии управления техносферной безопасностью, т.к. связана с оценкой риска для здоровья человека. Последняя в свою очередь проводится в два этапа [1]. На первом выполняется расчет максимальных приземных концентраций  $C_{\max}$  вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий [2] с использованием отчетной формы 2ТП-воздух. На втором этапе проводится непосредственно расчет экологических рисков. Далее сравниваются полученные результаты с установленными приемлемыми значениями риска: для неканцерогенных веществ 0,02; для канцерогенных веществ  $1 \cdot 10^{-3}$  [3].

Анализ экологического риска каждого источника позволяет выделить объекты, уровень риска которых превышает допустимый, и целенаправленно для них осуществлять природоохранные мероприятия [4].

Комплексность рассмотрения проблем защиты атмосферы предусматривает применение одновременно трех мероприятий: снижение величины вредных выбросов за счет усовершенствования технологических процессов; очистку технологических газов; рассеивание вредных выбросов в атмосфере посредством дымовых труб.

Первые два мероприятия могут быть реализованы при проведении коренной реконструкции или замене технологических агрегатов и аппаратов газоочистки, что требует значительных финансовых затрат. Мероприятие по улучшению условий рассеивания выбросов, при прочих равных условиях, представляются более доступным и менее затратным.

Изучение влияния геометрии конструктивных элементов источника выброса (высота дымовой трубы, диаметр устья) и параметров газовой смеси (состав, температура, расход и др.) на уровень экологического риска обычно проводится методом последовательного перебора переменных, когда при изменении одного из параметров другие остаются стабилизированными. В результате набираются массивы данных, которые при графическом отображении представляют частные зависимости в виде семейства кривых. Для обобщения получаемых зависимостей представляет интерес методика, в основу которой положено аффинное преобразование семейства кривых [5].

В работах [4] сделана оценка экологического риска от производственной деятельности цеха топливоподачи Западно-Сибирской ТЭЦ АО «ЕВРАЗ ЗСМК» с установлением источников, где наблюдается превышение приемлемого риска. Расчеты зависимости риска на этих объектах от высоты дымовой трубы, скорости выхода газовой смеси (гвс) из устья источника и температуры гвс представляют собой массивы данных. Они подверглись обработке и графическому представлению с применением метода аффинного преобразования.

Рассмотрим процедуру обобщения результатов на примере влияния скорости выхода гвс  $\omega$  из устья дымовой трубы. Рассчитанные значения рисков  $Risk_i$  для каждого источника при различных фиксированных скоростях  $\omega_i$  заносятся в таблицу 1. Скорости изменялись от 2 до 20 м/с. На следующем этапе производится нормирование рисков каждого источника  $Risk_i$  по максимальному значению  $Risk_{maxi}$  того же источника (таблица 2):

$$\widetilde{Risk} = \frac{Risk_i}{Risk_{maxi}}$$

По результатам массива таблицы 2 строится зависимость  $\widetilde{Risk} = f(\omega_i)$  (рисунок 1), которая является обобщенной для всех источников и описывается выражением:

$$\widetilde{Risk} = 1,4196 \cdot \omega^{-0,453} \quad (1)$$

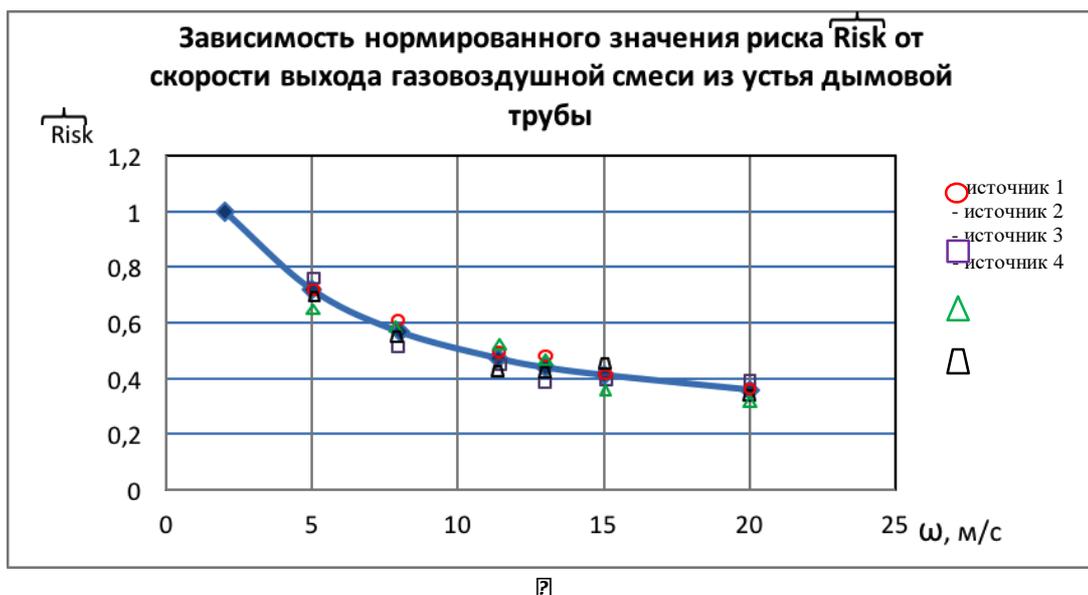
Полученная зависимость позволяет определять оптимальную скорость выхода гвс из устья дымовой трубы, при которой, в каждом частном случае, достигается допустимый уровень экологического риска  $Risk_i = 0,02$ . Для этого производится процедура обратного нормирования.

**Таблица 1. Первичные данные расчетных рисков по источникам выбросов**

Скорость $\omega_i$ , м/с	Риски $Risk_i$ по источникам			
	1	2	3	4
$\omega_1$	$Risk_{11}$ ( $Risk_{max1}$ )	$Risk_{12}$ ( $Risk_{max2}$ )	$Risk_{13}$ ( $Risk_{max3}$ )	$Risk_{14}$ ( $Risk_{max4}$ )
$\omega_2$	$Risk_{12}$	$Risk_{22}$	$Risk_{23}$	$Risk_{24}$
...	...	...	...	...
$\omega_n$	$Risk_{n1}$	$Risk_{n2}$	$Risk_{n3}$	$Risk_{n4}$

**Таблица 2. Расчетные значения рисков  $Risk_i$  после процедуры нормирования**

Скорость $\omega_i$ , м/с	Нормированные риски $\widehat{Risk}_i$ по источникам			
	1	2	3	4
$\omega_1$	1	1	1	1
$\omega_2$	$\widehat{Risk}_{21}$	$\widehat{Risk}_{22}$	$\widehat{Risk}_{23}$	$\widehat{Risk}_{24}$
...	...	...	...	...
$\omega_n$	$\widehat{Risk}_{n1}$	$\widehat{Risk}_{n2}$	$\widehat{Risk}_{n3}$	$\widehat{Risk}_{n4}$



**Рис. 1.**

**Список используемых источников:**

- Новиков С.М. Риск воздействия химического загрязнения окружающей среды на здоровье населения: от оценки к практическим действиям / С.М. Новиков, Т.А. Шашина, И.Л. Абалкина, Н.С. Скворцова; под ред. Ю.А. Рахманина. М.: Издательское товарищество «АдамантЪ», 2003. 84 с.
- Павлович Л.Б., Шубина А.О. Оценка экологического риска от выбросов в атмосферу агроизвесткового производства // Вестник СибГИУ. 2014. № 1. С. 47-48
- Щербо А.П. Окружающая среда и здоровье: подходы к оценке риска / А.П. Щербо, А.В. Киселев, К.В. Негриенко и др. СПб: изд. СПб ун-та. 2002. 376 с.
- Коротков С.Г., Милвская Я.Е. Оценка экологического риска от источников выбросов цеха топливоподачи Западно-Сибирской ТЭЦ // Эколого-географические проблемы регионов России/ отв. ред. И.В. Казанцев. Самара: СГСПУ; Глагол, 2016. С. 317-320.

5. Стерлигов В.В., Коротков С.Г. Методика обобщения результатов эксперимента, изучающего влияние частных факторов // Вестник горно-металлургической секции РАЕН. Отделение металлургии: Сб. научн. Тр. Вып. 21: СибГИУ. Новокузнецк, 2008. С. 119-125.

---

© 2016, Коротков С.Г., Сазонова Я.Е.

Применение методики обобщения результатов  
расчета экологических рисков

---

© 2016, Korotkov S.G., Sazonova Ya.E.

Application of the method of generalization  
environmental risk calculation results

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.187

Поступила (Received): 31.10.2016

**Кочетов О.С.**

**Расчет динамических характеристик средств защиты оператора от вибраций**

**Kochetov O.S.**

**Calculation of dynamic characteristics of means protection of the operator against vibrations**

Работа посвящена расчету динамических характеристик человека-оператора, работающего на виброизолирующих помостах, установленных на рабочих местах производственного помещения  
**Ключевые слова:** динамические характеристики, оператор, виброизолирующий помост

Work is devoted to calculation of dynamic characteristics of the person operator working at the anti-vibration scaffolds established on workplaces of the production room  
**Key words:** dynamic characteristics, operator, anti-vibration scaffold

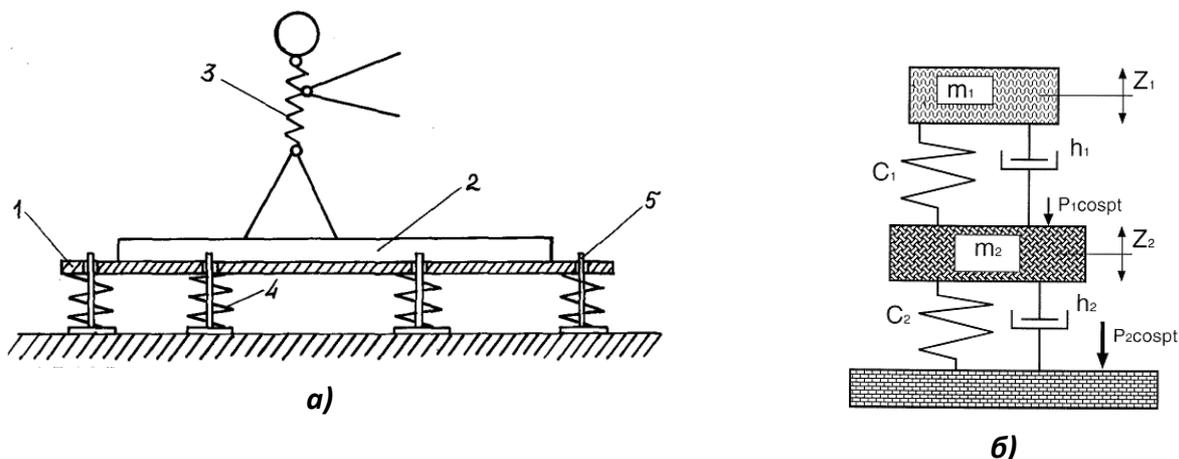
**Кочетов Олег Савельевич**

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой Московский технологический университет г. Москва, ул. Стромынка, 20

**Kochetov Oleg Savelyevich**

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Department Moscow technological university Moscow, Stromynka st., 20

Вибрация является одним из основных вредных производственных факторов для предприятий текстильной промышленности. Одним из достаточно эффективных и вместе с тем простых, в смысле технической реализации, способов виброзащиты являются виброизолирующие помосты для человека-оператора [1, с.28; 2, с.140; 3, с.33; 4, с.84; 5, с.10; 6, с.72; 10, с.14].



**Рис. 1. Компонвочная а) и расчетная б) схемы виброизолирующего помоста с находящимся на нем оператором**

На рис.1 (а, б) изображены компоновочная и расчетная схемы виброизолирующего помоста с находящимся на нем оператором, представленным моделью динамического гасителя колебаний. Помост устанавливается на основание 1 и состоит из каркаса 2, выполненного из металлических уголков с деревянным настилом, являющимся опорной поверхностью для оператора 3, и упругих элементов 4 с направляющим 5 и ограничительным 6 устройствами, предотвращающими выпадение упругих элементов 4 из каркаса 2 при перевороте помоста во время уборки цеха. На рис.2 представлена конструктивная схема упругих элементов.

Для аналитического исследования виброколебаний в механической системе «помост-оператор» и выбора рациональных конструктивных параметров помоста, необходима его математическая модель, адекватно описывающая динамику процесса виброизоляции. Данным требованиям отвечает двухмассовая модель системы «помост-оператор», учитывающая биодинамические характеристики тела человека-оператора [7, с.141; 8, с.44; 9, с.156]. В этой модели тело человека-оператора представлено в виде динамического гасителя колебаний с массой  $m_1$ , жесткостью  $c_1$  и демпфированием  $b_1$ , а масса, жесткость и демпфирование виброизолирующего помоста соответственно  $m_2$ ,  $c_2$  и  $b_2$ , причем  $Z_1$  и  $Z_2$  – абсолютные перемещения соответственно масс  $m_1$  и  $m_2$ , а  $U$  – абсолютное перемещение основания (межэтажного перекрытия) фабрики. Эта модель была использована для анализа виброколебаний в предложенной системе виброизоляции.

Таким образом, в рамках выбранной модели динамика рассматриваемой системы виброизоляции описывается следующей системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} m_1 s^2 Z_1 + b_1 s(Z_1 - Z_2) + c_1(Z_1 - Z_2) = 0, \\ m_2 s^2 Z_2 + b_1 s(Z_2 - Z_1) + c_1(Z_2 - Z_1) + b_n s(Z_2 - U) + c_n(Z_2 - U) = 0. \end{cases} \quad (1)$$

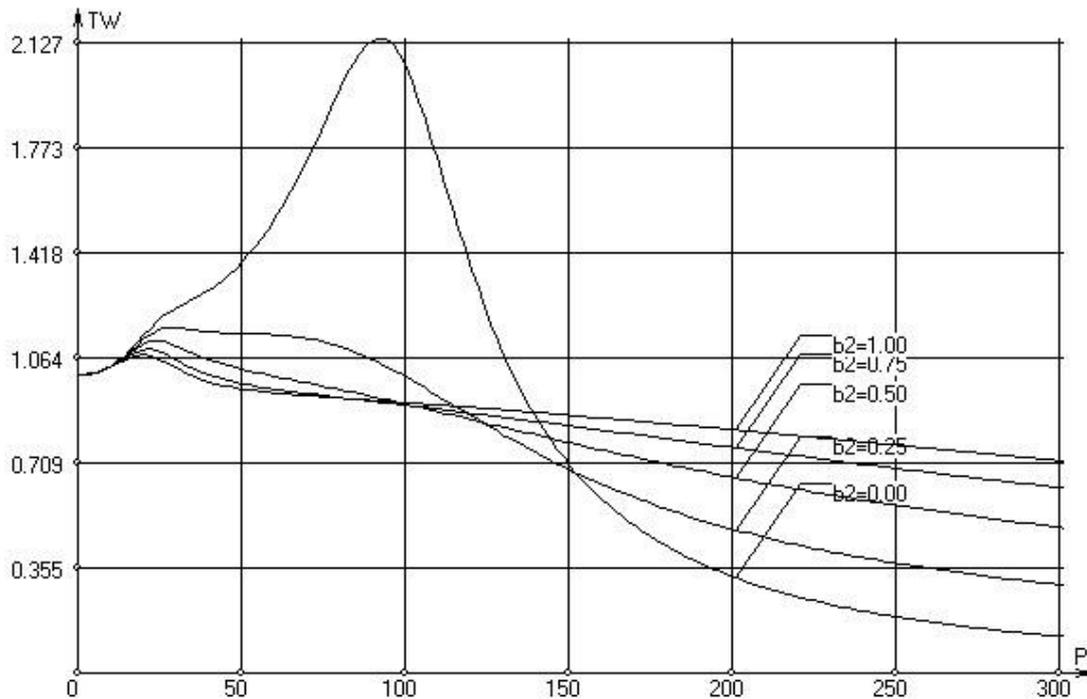
Для анализа виброизолирующих свойств системы «помост-оператор» введем в рассмотрение ее передаточную функцию  $T(s)$  по каналу «виброскорость основания – виброскорость помоста», где  $s = j\omega$  – комплексная частота,  $j$  – мнимая единица,  $\omega$  – круговая частота колебаний.

$$T(s) = \frac{z_2}{U} = \frac{(m_1 s^2 + b_1 s + c_1)(b_n s + c_n)}{(m_1 s^2 + b_1 s + c_1)(m_2 s^2 + b_1 s + c_1 + b_n s + c_n) - (b_1 s + c_1)^2} \quad (2)$$

Передаточную функцию  $T(s)$  нетрудно найти из (1) и (2) посредством метода преобразования Лапласа:

$$\begin{aligned} T(s) &= (a_o s^3 + a_1 s^2 + a_2 s + a_3) / (K_o s^4 + K_1 s^3 + K_2 s^2 + K_3 s + K_4), \\ a_o &= m_1 b_n; \\ a_1 &= b_1 b_n + m_1 c_n; \\ a_2 &= b_n c_1 + b_1 c_n; \\ a_3 &= c_1 c_n; K_o = m_1 m_n; \\ K_1 &= b_1 m_n + m_1 b_1 + m_1 b_n; \\ K_2 &= c_1 m_n + m_1 c_1 + b_1 b_n + m_1 c_n; \\ K_3 &= c_1 b_n + b_1 c_n; K_4 = c_1 c_n. \end{aligned} \quad (3)$$

Для теоретического исследования динамических характеристик этой системы была составлена программа расчета на ПЭВМ (язык программирования «СИ++»).



**Рис. 3. Динамические характеристики системы «оператор на виброизолирующем помосте» при следующих параметрах:**  
 $P_1 = 80$  кгс;  $\omega_1 = 25,4$  с<sup>-1</sup>;  $\beta_1 = 0,6$ ;  $P_2 = 50$  кгс;  $\omega_2 = 62,8$  с<sup>-1</sup>;  $\beta_2$  (var 0...1)

Анализируя результаты, полученные при проведении машинного эксперимента на ПЭВМ (рис.3) по исследованию динамических характеристик системы «оператор на виброизолирующем помосте», можно сделать вывод, что биодинамические характеристики тела человека-оператора, проявляют свои свойства как динамического гасителя колебаний в большей степени при собственных частотах подвеса помоста, начиная с частоты 18 с<sup>-1</sup>.

**Список используемых источников:**

1. Кочетов О.С. Способы оценки комфортности рабочей зоны // *Безопасность труда в промышленности*. 2012. № 4. С. 27-30.
2. Кочетов О.С. Расчет пространственной системы виброизоляции // *Научный альманах*. 2015. № 10-3 (12). С. 138-142.
3. Кочетов О.С. Расчет виброзащитного сиденья оператора // *Безопасность труда в промышленности*. 2009. № 11. с. 32-35.
4. Кочетов О.С. Виброизолирующие подвески сидений для человека-оператора // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2015. № 1-1. С. 83-85.
5. Кочетов О.С. Системы защиты человека-оператора от вибрации // *Вестник Академии знаний*. 2015. № 12 (1). С. 6-14.
6. Кочетов О.С. Исследование систем виброзащиты человека-оператора // *Охрана и экономика труда*. 2014. № 1 (14). С. 70-75.
7. Кочетов О.С. Исследование системы защиты человека-оператора от вибрации на базе нелинейных упругих элементов // *Science Time*. 2014. № 9. с. 137-147.

8. Кочетов О.С. Исследование систем виброзащиты для человека-оператора // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 7-1 (26). С. 41-45.
9. Кочетов О.С. Характеристики виброзащитных подвесок для операторов транспортных средств // Science Time. 2014. № 8. С. 151-157.
10. Кочетов О.С., Баранов Е.Ф. Корабельный помост для защиты оператора от вибраций. Патент на изобретение RUS 2399809. 11.09.2009.

---

© 2016, Кочетов О.С.

*Расчет динамических характеристик средств  
защиты оператора от вибраций*

---

© 2016, Kochetov O.S.

*Calculation of dynamic characteristics of means  
protection of the operator against vibrations*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.191

Поступила (Received): 24.10.2016

**Краснов В.В., Уваров В.А., Орехова Т.Н.**  
**Обзор конструкций смесителей для производства**  
**сухих многокомпонентных смесей**

**Krasnov V.V., Uvarov V.A., Orehova T.N.**  
**Review designs mixers for the production of**  
**dry multicomponent mixtures**

*Смесители сухих смесей – это машины, предназначены для интенсивного смешения сухих сыпучих материалов при производстве сухих многокомпонентных смесей*

**Ключевые слова:** смеситель, компоненты, эффективность

*Mixers dry mixtures – are machines designed for intensive mixing of dry particulate materials in the production of dry multicomponent mixtures*

**Key words:** mixer components, efficiency

**Краснов Владимир Владимирович**

Магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Krasnov Vladimir Vladimirovich**

Master

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov

Belgorod, Kostyukova st., 46

**Уваров Валерий Анатольевич**

Доктор технических наук, профессор

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Uvarov Valeriy Anatolevich**

Doctor of Technical Sciences, Professor

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov

Belgorod, Kostyukova st., 46

**Орехова Татьяна Николаевна**

Кандидат технических наук, доцент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Orehova Tatyana Nikolayevna**

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov

Belgorod, Kostyukova st., 46

Предприятие "СтройМеханика" (рис.1) производит смесители сухих смесей – это машины, предназначены для интенсивного смешения сухих сыпучих материалов при производстве сухих многокомпонентных смесей.

Эффективность перемешивания смеси обеспечиваются расположением лопаток смесительного узла, которые имеют направленные рабочие поверхности. Простая геометрическая форма увеличивает их долговечность и упрощает замену при ремонте. Закрытая рабочая область и изолированный люк выгрузки смесителя исключает пыление при работе и разгрузке смесителя [1-6].

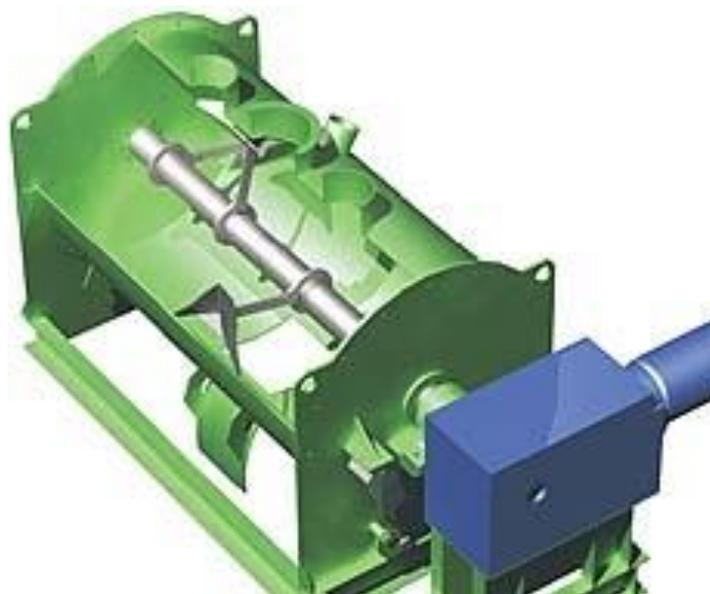


Рис. 1. Смесительный узел смесителя «См Турбомикс»

Смеситель серии "См турбомикс" работает следующим: дозированные компоненты смеси загружаются из весового дозатора через дисковую заслонку в емкость смесителя. В верхней части смесителя находятся отверстия, к которым прикреплены весовые дозаторы и дополнительные устройства для подачи материалов. Компоненты перемешиваются смесителем с лопатками, до получения однородной массы по всему объёму [7-10]. Смесительный узел работает от редуктора. Однородность перемешивания, а значит и качество получаемой сухой смеси, зависит от конструкции смесителя и емкости. Смесительная камера имеет 5-6 регулируемых лопаток (зависит от емкости камеры смесителя). Лопастей лемехового типа смешивают сухие компоненты, получая однородную смесь. Готовая строительная смесь подается через люк в приемный бункер смесителя. Затем цикл повторяется.

Вследствие небольшой скорости вращения смесительных валов ( $n = 10 - 15 \text{ мин}^{-1}$ ) процесс перемешивания в смесительных аппаратах, имеющие вращающиеся лопастные рабочие элементы, относительно продолжителен. Кроме того, такие смесители имеют высокую металлоёмкость [11-14].



Рис. 2. Смеситель СМУ-ПБ-150: 1 – емкость; 2 – зажим; 3 – электропривода; 4 – держатель; 5 – задвижка

Смесители сыпучих компонентов типа «Пьяная бочка» (рис 2) периодического действия предназначены для тщательного смешения с сохранением структуры продуктов при малом времени смешения и малом расходе энергии.

Смеситель СМУ-ПБ-Р состоит из емкости 1, закрепленной под наклоном, приводимой в движение электроприводом 3. Загрузка и выгрузка продукта осуществляется через люк с шиберной задвижкой 5.

Смеситель СМУ-ПБ оснащен держателем с торцевым зажимом 2 для тары или сменных емкостей. Закрепленная бочка с продуктом вращаются, обеспечивая смешение продукта. Смеситель снабжен пультом управления, в котором находится пускатель перемешивающего устройства. Работает установка следующим образом: от электропривода 3, помещенного на держателе для емкости 4, приводятся в действие вращающиеся стержни 2, помещенные в месте соединения цилиндра и держателя. Стержни вращают цилиндр, а тот емкость с продуктом. В процессе смешения продукты достигают 98 % степени однородности. Загрузка продукта производится через люк в верхней части емкости.

Существенным недостатком смесителей данного типа является сложность их конструкций и прежде всего наличие механизма наклона барабана для его разгрузки от готовой смеси и приведение в рабочее положение после загрузки.

#### Список используемых источников:

1. Sharapov R.R., Agarkov A.M. Matrix Modeling of Technological Systems Grinding with Closed Circuit Ball Mill // *World Applied Sciences Journal*. 2013. Т. 24. №10. С. 1399–1403.
2. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015. Т. 10. № 12. С. 31341–31348.
3. Агарков А.М. Двумерные уравнения динамики потока воздуха в концентраторе // «Интерстроймех-2015» материалы международной научно-технической конференции. Казанский государственный архитектурно-строительный университет. г. Казань, 2015. С. 7–11.
4. Агарков А.М. Зависимость величины проскока пыли от основных факторов насыпных клинкерных слоев // *Научный альманах*, 2015. № 3 (5). С. 111–115.
5. Агарков А.М. Направления совершенствования конструкций циклонных аппаратов // *Эпоха науки*. 2015. № 4. С. 89.
6. Агарков А.М. Прогнозирование характеристик циклонного элемента зернистого фильтра // *Научный альманах*. 2016. № 1-1 (15). С. 343–345.
7. Агарков А.М., Чеховской Е.И. Модернизация корчевателя непрерывного и позиционного действия с целью повышения качества корчевания // *Научный альманах*. 2016. № 4-3 (18). С. 19–21.
8. Агарков А.М., Чеховской Е.И., Тихонов А.А. Использование сочетаний различных механизмов разделения в комбинированных аппаратах // *Современные тенденции развития науки и технологий*. 2016. № 3-3. С. 12-14.
9. Агарков А.М., Чеховской Е.И., Тихонов А.А. Обзор конструкций рабочего оборудования бульдозера с поворотным отвалом // *Научный альманах*. 2016. № 3-3 (17). С. 18–22.
10. Агарков А.М., Шариков Р.Р. Влияние ширины камеры рабочей зоны инерционного концентратора на гидравлическое сопротивление // *Механизация строительства*. 2016. Т. 77. № 9. С. 19-21.
11. Агарков А.М., Шариков Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2016. № 3. С. 87–90.
12. Овсянников Ю.Г., Агарков А.М. Экспериментальные исследования аэродинамических характеристик системы аспирации с принудительной рециркуляцией // *Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений*. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. Т. II. С. 166–169.

13. Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Агарков А.М., Прокопенко В.С. Уравнение движения взвешенной в потоке воздуха частицы в концентраторе // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 175–178.

14. Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С., Агарков А.М., Бойчук И.П. Кинетика процесса разделения продукта в замкнутой системе с рециркуляцией // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 8. С. 47-51.

---

© 2016, Краснов В.В., Уваров В.А., Орехова Т.Н.  
Обзор конструкций смесителей для производства  
сухих многокомпонентных смесей

---

© 2016, Krasnov V.V., Uvarov V.A., Orehova T.N.  
Review designs mixers for the production of dry  
multicomponent mixtures

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.195

Поступила (Received): 18.10.2016

**Левицкий И.Н., Силинский А.В., Яблокова В.С.  
О применении методов дистанционного  
зондирования земли в мониторинге ледовой обстановки  
(для целей морского транспорта нефтепродуктов)**

**Levitckii I.N., Silinskii A.V., Yablokova V.S.  
Using of remote sensing techniques in monitoring ice conditions  
(for the purposes of maritime transport of petroleum products)**

Авторы проанализировали целесообразность применения методов дистанционного зондирования земли в нефтегазовом секторе. Был проведен анализ экономической выгоды использования технологии дистанционного зондирования при морском транспорте углеводородов в северных районах России, а также достоинств данной технологии по сравнению с другими методами мониторинга поверхности нашей страны

**Ключевые слова:** энергетика, дистанционное зондирование, мониторинг поверхности

**Левицкий Игорь Николаевич**

Студент

Дальневосточный федеральный университет  
г. Владивосток, о. Русский, б. Аякс, 10

**Силинский Андрей Витальевич**

Студент

Дальневосточный федеральный университет  
г. Владивосток, о. Русский, б. Аякс, 10

**Яблокова Виктория Сергеевна**

Доцент

Дальневосточный федеральный университет  
г. Владивосток, о. Русский, б. Аякс, 10

The authors analyzed the usefulness of remote sensing of the earth in the oil and gas sector. They also describe economic benefits of using remote sensing technology at the maritime transport of hydrocarbons in the northern regions of Russia, as well as the advantages of this technology compared to other methods of monitoring the surface of our country

**Key words:** energetics, remote sensing, monitoring of surface

**Levitckii Igor Nikolaevich**

Student

Far Eastern federal university  
Vladivostok, Russky Island, Ajax st., 10

**Silinskii Andrei Vitalievich**

Student

Far Eastern federal university  
Vladivostok, Russky Island, Ajax st., 10

**Yablokova Victoria Sergeevna**

Associate Professor

Far Eastern federal university  
Vladivostok, Russky Island, Ajax st., 10

Особую роль в развитии Арктических территорий Российской Федерации занимают арктические порты как один из основных элементов инфраструктуры морской транспортной системы. Значительное увеличение мощностей арктических портов предусмотрено "Транспортной стратегией России до 2030 года". В соответствии с поставленными в "Стратегии развития морской деятельности

Российской Федерации до 2030 года" задачами, предусматривается одновременное с увеличением грузооборота портов развитие навигационно-гидрографического обеспечения морской деятельности, создание системы эффективного наблюдения за состоянием ледового покрова [2, 3].

Один из самых северных портов России – морской порт Тикси, который расположен на побережье моря Лаптевых. Основными задачами порта Тикси являются:

1. Поставка продовольственных и промышленных товаров, оборудования и нефтепродуктов для населенных пунктов на берегах рек Хатанга, Оленек, Яна, Индигирка, Колыма;
2. Перевозка песка, леса и лесоматериалов;
3. Транспортировка пассажиров.

Для развития инфраструктуры Северного морского пути (СМП), необходимо выполнить активизацию грузо- и пассажиропотока. Этого можно достичь созданием новых логистических решений и интенсификацией использования существующих [6].

Основной трудностью для стабильной и своевременной доставки нефтепродуктов и других грузов в арктические порты являются климатические условия (продолжительная зима в сочетании с холодным и коротким летом, ледовитость арктических морей). Формирование морских транспортных и логистических схем зависит от состояния ледяного покрова.

Создание системы ледового мониторинга района порта Тикси будет способствовать промышленной активизации региона, позволит выработать схемы по совершенствованию и организации судоходства. Информация о состоянии ледового покрова, прогноз времени его становления и схода необходимы для постановки и решения практических задач [1, 5].

Для контроля состояния ледового покрова наиболее целесообразно использовать методы дистанционного зондирования Земли.

Дистанционное зондирование Земли играет важнейшую роль в исследовании характера поверхности Земли, её оболочек, а также в получении информации о её полях и свойствах. В свою очередь эту технологию делят на два основных типа: аэросъемка и космическая съемка.

Основой данных методов является подбор, сортировка, обработка и дешифрирование спутниковых снимков, произведённых специальными космическими аппаратами.

Реализация методов дистанционного зондирования Земли для акваторий, прилегающей к порту Тикси, позволит выполнить составление карт ледовой обстановки (цифрового архива) и выработать региональные модели учета и прогноза состояния морского ледового покрова [4].

Среди достоинств реализации данных методов можно выделить нижеследующие пункты:

1. Актуальность данных по сравнению с картографическими аналогами;
2. Быстрота получения материалов дистанционного зондирования;
3. Значительная точность обработки данных;

4. Большая информативная плотность за счёт возможности крупного масштабирования;

5. Проч. преимущества, возможные за счёт компьютеризации.

На данный момент дистанционное зондирование используется в самых различных сферах, например, при проектировании сооружений или прокладке трубопроводов. В целях мониторинга ледовой обстановки Северных морей России, дистанционное зондирование играет важную роль при морском транспорте нефтепродуктов или поиске новых месторождений. В труднопроходимых северных районах страны другие ранее используемые методы исследования и контроля обстановки становятся всё менее эффективны за счёт увеличивающейся трудоспособности доставки углеводородов и уменьшения резервов энергоресурсов в близлежащих районах [1, 3].

В технологии дистанционного зондирования заложен огромный энергоэффективный потенциал, требующий полного раскрытия в ближайшие десятилетия. Пик мировой добычи нефти ожидается в 2030-2040-х годах, а газа – через несколько десятилетий после снижения добычи первой. Этот фактор стоит учитывать, т.к. Россия является крупнейшим экспортером углеводородного сырья, и именно от стабильности нефтегазового сектора страны зависит её экономический и производственный рост. Поэтому, дистанционное зондирование, как доказанная экономически выгодная технология, требует обязательного дальнейшего развития и изучения в ближайшее время [6].

Таким образом, экономическая целесообразность применения спутниковых систем для дистанционного зондирования очевидна, особенно в местах, удалённых от инфраструктурных центров. В северных широтах России, местах преимущественного скопления углеводородов, данные технологии могут оказать значительную пользу для стабильности нефтегазового сектора страны и его экономически эффективного роста.

#### **Список используемых источников:**

1. Гарбук С.В. Космические системы дистанционного зондирования Земли. М.: Сканекс, 1997. 296 с.
2. Кац Я.Г., Тевелев А.В., Полетаев А.И. Основы космической геологии. М.: Недра, 1988. 235 с.
3. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений. М.: Логос, 2001. 264 с.
4. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли: Основы и методы дистанционных исследований в геологии. М.: Мир, 1988. 343 с.
5. Львов Д.С., Некрасов В.С. Современные проблемы энергосбережения в России // Энергоэффективная экономика – основа устойчивого развития России в XXI веке. М. 2001.
6. Самсонов В.С., Вяткин М.А. Экономика предприятий энергетического комплекса. М.: Высш. шк., 2003. 416 с.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.198

Поступила (Received): 02.10.2016

**Локшина Л.Я., Костандов Ю.А.**  
**Влияние внешнего и внутреннего трения на параметры  
предельного состояния образца трапецевидной  
формы из хрупкого материала при сжатии**

**Lokshina L.Ya., Kostandov Yu.A.**  
**Influence of external and internal friction on limiting  
state parameters of trapezoidal specimen of  
brittle material at compression**

Получены уравнения для вычисления предельного напряжения в трапецевидных образцах из хрупких материалов при одноосном сжатии с учетом контактного трения на поверхности приложения нагрузки и внутреннего трения материала образцов. Установлена связь между нормальными и касательными напряжениями через углы наклона касательных к траекториям максимальных эффективных касательных напряжений, получены формулы для определения углов их поворота за счет действия контактного касательного напряжения

**Ключевые слова:** трапецевидный образец, напряжение, контактное трение, внутреннее трение, разрушение

**Локшина Людмила Яковлевна**

Научный сотрудник

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского

Крым, г. Симферополь, пр. Вернадского, 4

**Костандов Юрий Аршавирович**

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского

Крым, г. Симферополь, пр. Вернадского, 4

The equations for calculating limiting stress in trapezoidal specimens of brittle materials under uniaxial compression, taking into account the friction on the surface of load application and internal friction of the material specimen are received. The correlation between normal and tangential stresses through the inclination angles of tangents to the trajectories of maximum effective tangential stresses was set. The formulas for determining the angles of their rotation of due to the action of the contact tangential stress are received

**Key words:** trapezoidal specimen, stress, external friction, internal friction, fracture

**Lokshina Lyudmila Yakovlevna**

Researcher

Crimean federal university named V.I. Vernadsky  
Crimea, Simferopol, Vernadskogo ave., 4

**Kostandov Yuriy Arshavirovich**

Candidate of Physico-mathematical Sciences, Senior Researcher, Leading Researcher

Crimean federal university named V.I. Vernadsky  
Crimea, Simferopol, Vernadskogo ave., 4

Предел прочности горных пород и строительных материалов при одноосном сжатии является одним из основных параметров оценки напряжённо-деформированного состояния горных массивов и строительных конструкций и их

разрушения. С целью разработки метода аналитического расчёта предела прочности горных пород и строительных материалов при одноосном сжатии авторами ранее проведены исследования предельного состояния образцов прямоугольной формы из хрупких материалов [1-3]. Однако в реальных условиях выемки полезного ископаемого выработки, забои и откосы, а также строительные конструкции имеют не только прямоугольную форму, но и усеченно-конусную форму. Учитывая это, представляет интерес исследование предела прочности образцов трапецевидной формы из хрупкого материала.

В данной работе рассматривается напряженно-деформированное состояние образца трапецевидной формы из хрупкого материала при одноосном сжатии между плитами пресса с учетом внутреннего трения материала и контактного трения на поверхности приложения нагрузки в предположении, что формирование очагов разрушения в локальных областях происходит на траекториях максимальных эффективных касательных напряжений (ТМЭКН) [4]. Под понятием эффективного касательного напряжения  $\tau_{ef}$  понимается активное касательное напряжение  $\tau_\alpha$  за вычетом фрикционной составляющей. Для описания равновесия на ТМЭКН используется критерий Кулона

$$\tau_{ef} = \tau_\alpha - \mu\sigma_\alpha \leq k, \tag{1}$$

где  $\tau_{ef}$  – эффективное касательное напряжение на ТМЭКН,  $\tau_\alpha$  – активное касательное напряжение на ТМЭКН,  $\mu$  – коэффициент внутреннего трения материала,  $\sigma_\alpha$  – нормальное напряжение на ТМЭКН,  $k$  – предельная сопротивляемость материала сдвигу.

Рассмотрим образец горной породы трапецевидной формы с верхним основанием трапеции  $l$ , высотой  $h$ , равными между собой боковыми гранями при одноосном сжатии вдоль оси  $OY$ . Поскольку нагружение и деформирование образца симметрично относительно его продольной оси, то будем рассматривать только левую половину образца. Проведем ТМЭКН  $ab$  в виде произвольной кривой и касательные к ней в точках  $a$  и  $b$  и ТМЭКН  $cd$  в виде произвольной кривой и касательные к ней в точках  $c$  и  $d$ , как показано на рис.1.

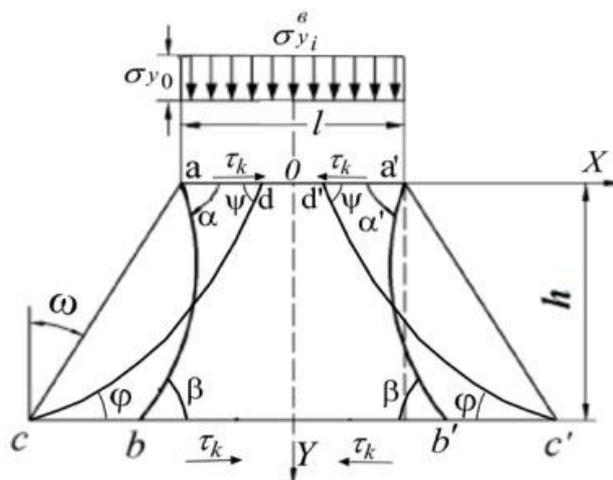


Рис. 1

Полагаем, что на контактных поверхностях распределение нормального напряжения  $\sigma_{y_i}$  и контактные касательные напряжения  $\tau_k$  являются постоянными. Это позволяет оценить влияние трапецевидной формы образца на его характер разрушения и прочность по сравнению с результатами для прямоугольного образца.

Расположим начало системы координат посередине верхней контактной поверхности образца. Примем следующее распределение нормальных напряжений  $\sigma_{y_i}^e$  на верхней контактной поверхности:

$$\sigma_{y_i}^e = \sigma_{y_0},$$

где  $\sigma_{y_0}$  – нормальное напряжение на верхней контактной поверхности.

Распределение нормальных напряжений  $\sigma_{y_i}^n$  на нижней контактной поверхности образца при  $y = h$ , с учётом увеличения ширины образца, имеет вид:

$$\sigma_{y_i}^n = \sigma_{y_0} \left( 1 - \frac{L_n}{1 + L_n} \right),$$

где  $L_n = 2 \frac{h}{l} \operatorname{tg} \omega$ ,  $\omega$  – угол между нормалью и боковой гранью образца, определяющий различие размеров верхней и нижней контактных поверхностей.

Распределение касательных напряжений  $\tau_k$  на верхней и нижней контактной поверхностях:

$$\tau_k^e = f \sigma_{y_0}^e, \quad \tau_k^n = f \sigma_{y_i}^n,$$

где  $f$  – коэффициент контактного трения.

Из равновесия треугольников  $aes$  и  $be's'$ , формируемых ТМЭКН  $ab$  и горизонтальными поверхностями образца Найдем связь между нормальными и касательными напряжениями через углы наклона  $\alpha$  и  $\gamma$  к оси ОХ касательных к ТМЭКН  $ae$  и  $be'$  соответственно.

Силы, приложенные к верхнему треугольнику  $aes$  и нижнему треугольнику  $be's'$  спроецируем на площадку на ТМЭКН, и нормаль к ней. В результате суммирования проекций сил и ряда математических преобразований с учетом закона Кулона (1) для верхнего треугольника  $aes$  получим:

$$\frac{d\sigma_\alpha}{d\alpha} = -2(\tau_{ef} + \mu\sigma_\alpha). \quad (2)$$

Действуя по аналогии, получим для нижнего треугольника  $be's'$ :

$$\frac{d\sigma_\gamma}{d\gamma} = -2(\tau_{ef} + \mu\sigma_\gamma). \quad (3)$$

Каждое из уравнений (2) и (3) является уравнением состояния материала на ТМЭКН. Их решение сводится к интегрированию на ТМЭКН между точками  $a$  и  $b$ . В результате интегрирования получим:

$$\ln(\tau_{ef} + \mu\sigma_\alpha) \Big|_a^b = -2\mu\alpha \Big|_a^b.$$

Из практических наблюдений известно, что в ряде случаев разрушение образца начинается из угла. Поэтому для этих случаев можно полагать, что условие разрушения материала  $\tau_{ef} = k$  выполняется в точке  $a$  и достигается в треугольнике  $aes$  раньше, чем в треугольнике  $be's'$ . Следовательно,

$$\ln(\tau_{ef} + \mu\sigma_\gamma) - \ln(k + \mu\sigma_\alpha) = -2\mu(\gamma - \alpha)$$

или

$$\frac{(\tau_{ef} + \mu\sigma_\gamma)}{(k + \mu\sigma_\alpha)} = \exp 2\mu(\alpha - \gamma). \tag{4}$$

Для решения уравнения (4) необходимо найти углы  $\alpha$  и  $\gamma$  наклона касательных к ТМЭКН в точках  $a$  и  $b$  соответственно, напряжения  $\sigma_\alpha$  и  $\sigma_\gamma$ .

По методике опубликованной в [3] найдем указанные величины и получим уравнение для определения эффективного касательного напряжения  $\tau_{ef}$  на ТМКЭН  $ab$ :

$$b^2 [I^2 + (\tau_k^n \sin \rho)^2] - 2\tau_k^n bI + \tau_k^{n2} \cos^2 \rho = 0, \tag{5}$$

где  $\rho$  – угол внутреннего трения,  $\mu = \text{tg} \rho$ ,  $b = \frac{\tau_k^n}{\tau_{ef} + \mu\sigma_y^n}$ ,

$$I = (k + \sin \rho \sqrt{k^2 - \tau_k^{e2}}) \exp[2\mu(\text{arctg} \theta - \text{arctg} \beta)],$$

$$\alpha = \pi/4 + \rho/2 - \beta, \quad \gamma = \pi/4 + \rho/2 - \theta, \quad \theta = \frac{1}{2} \text{arctg} \frac{b \cos \rho}{\sin \rho - \sqrt{1 - b^2}},$$

$$\beta = \frac{1}{2} \text{arctg} \frac{\tau_k^e \cos \rho}{k \sin \rho - \sqrt{k^2 - \tau_k^{e2}}}, \tag{6}$$

$$\sigma_y^n = \left( 2k\mu - \frac{2}{\cos \rho} \sqrt{k^2 - \tau_k^{e2}} \right) \left( 1 - \frac{L_n}{1 + L_n} \right). \tag{7}$$

Уравнение (5) решается численным методом для каждой конкретной задачи с учетом условия  $b^2 < \cos^2 \rho$ . При этом значения  $\rho$ ,  $\mu$  и  $k$  определяются из таблиц свойств материалов, а значения  $\beta$  и  $\sigma_y^n$  – из выражений (6) и (7) соответственно. Определив  $b$  находим величины  $\tau_{ef}$  и  $\theta$ , знание которых позволяет полностью определить вид ТМКЭН и углы наклона касательных к ней в точках  $a$  и  $b$ .

Рассмотрим равновесие двух треугольников  $snq$  и  $dn'q'$ , формируемых ТМЭКН  $cd$  и горизонтальными поверхностями образца.

Найдем связь между нормальными и касательными напряжениями через углы наклона  $\varphi$  и  $\psi$  к оси  $Ox$  касательных к ТМЭКН  $cn$  и  $dn'$  соответственно.

Силы, приложенные к нижнему треугольнику  $snq$  и верхнему треугольнику  $dn'q'$ , спроецируем на площадку на ТМЭКН, и нормаль к ней. В результате суммирования проекций сил и ряда математических преобразований, аналогичных преобразованиям для треугольников образованных ТМЭКН  $abi$  касательными к ней, получим уравнение состояния материала на ТМЭКН для нижнего треугольника  $snq$ :

$$\frac{d\sigma_{\varphi}}{d\varphi} = -2(\tau_{ef} + \mu\sigma_{\varphi}).$$

Действуя по аналогии, получим уравнение состояния материала на ТМЭКН для верхнего треугольника  $dn'q'$ :

$$\frac{d\sigma_{\psi}}{d\psi} = -2(\tau_{ef} + \mu\sigma_{\psi})$$

По аналогии с траекторией  $ab$  в результате интегрирования и учитывая, что условие разрушения материала  $\tau_{ef} = k$  выполняется в точке  $c$  и достигается в треугольнике  $cnq$  раньше, чем в треугольнике  $dn'q'$ , получим:

$$\frac{(k + \mu\sigma_{\varphi})}{(\tau_{ef} + \mu\sigma_{\psi})} = \exp 2\mu(\psi - \varphi) \tag{8}$$

Для решения уравнения (8) необходимо найти углы  $\varphi$  и  $\psi$  наклона касательных к ТМЭКН в точках  $c$  и  $d$  соответственно, напряжения  $\sigma_{\varphi}$  и  $\sigma_{\psi}$ .

По методике, опубликованной в [3] найдем указанные величины и получим уравнение для определения  $\tau_{ef}$  на ТМКЭН  $cd$ :

$$b^2 [I^2 + (\tau_k^e \sin \rho)^2] - 2\tau_k^e bI + \tau_k^{e2} \cos^2 \rho = 0. \tag{9}$$

где  $I = (k + \sin \rho \sqrt{k^2 - \tau_k^{n2}}) \exp 2\mu \left( -\frac{1}{2} \arctg \phi - \frac{1}{2} \arctg \zeta \right),$

$$\frac{\tau_k^e}{\tau_{ef} + \mu\sigma_{yd}} = b, \quad \psi = \pi/4 + \rho/2 - \zeta, \quad \varphi = \pi/4 + \rho/2 - \phi,$$

$$\phi = -\frac{1}{2} \arctg \left( \frac{\tau_k^n \cos \rho (1 + L_n)}{\sin \rho - \sqrt{k^2 - \tau_k^{n2}}} \right), \tag{10}$$

$$\zeta = \frac{1}{2} \arctg \frac{b \cos \rho}{\sqrt{1 - b^2} - \sin \rho},$$

$$\sigma_y^e = 2k\mu - \frac{2}{\cos \rho} \sqrt{k^2 - \tau_k^{e2}}. \tag{11}$$

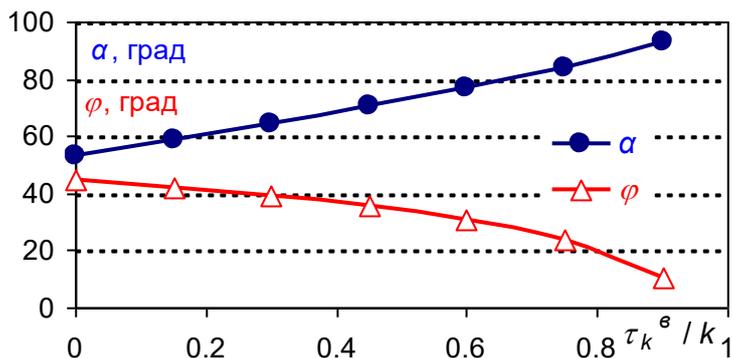
Уравнение (9) решается численным методом с учетом условия  $b^2 < \cos^2 \rho$  для каждой конкретной задачи. При этом значения  $\rho$ ,  $\mu$  и  $k$  определяются из таблиц свойств материалов, а значения  $\phi$  и  $\sigma_y^e$  – из выражений (10) и (11) соответственно. Определив  $b$ , находим величины  $\tau_{ef}$  и  $\zeta$ , знание которых позволяет полностью определить вид ТМКЭН и углы наклона касательных к ней в точках  $c$  и  $d$ .

В результате численного решения уравнений (5) и (9) для трапецевидных образцов из песчанно-цементного материала (ПЦМ) с коэффициентом внутреннего трения  $\mu = 0,29$ , углом внутреннего трения  $\rho = 16^\circ$  и соотношением

$\frac{\tau_k^e}{k} = 0,885$  и  $\frac{\tau_k^n}{k} = 0,447$  найдено предельное напряжение в образце, получены

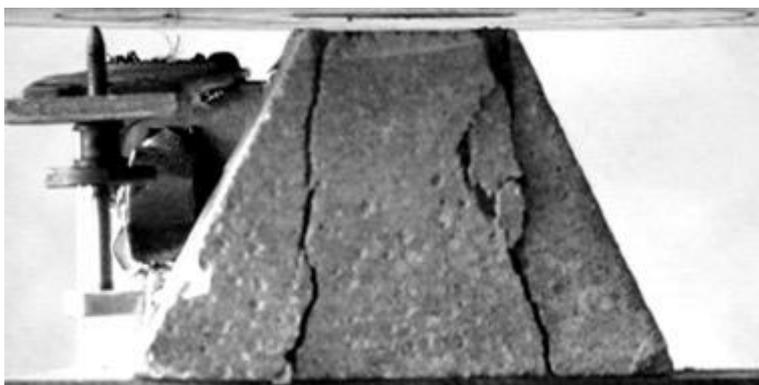
углы наклона касательных к ТМЭКН в точках  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и  $d$ .

Зависимости углов наклона  $\alpha$  и  $\varphi$  касательных к ТМКЭН  $ab$  и  $cd$  от касательного напряжения  $\tau_k^e$  на поверхности приложения нагрузки для трапецевидного образца из ПЦМ приведены на рис.2. Из приведенных зависимостей следует, что при росте касательного напряжения  $\tau_k^e$  на верхнем основании трапецевидного образца угол наклона  $\alpha$  увеличивается, а угол наклона  $\varphi$  уменьшается. Это означает, что с ростом  $\tau_k^e$  размер откалывающегося фрагмента образца уменьшается.



**Рис. 2. Зависимости углов наклона  $\alpha$  и  $\varphi$  касательных к ТМКЭН  $ab$  и  $cd$  от касательного напряжения  $\tau_k^e$  на поверхности приложения нагрузки для трапецевидного образца из ПЦМ**

Установлено, что разрушение образца начинается из точки  $a$ , т.к. напряжение в ней раньше достигает предельного значения, чем в точках  $b$ ,  $c$  и  $d$ . Откалывающиеся фрагменты образца имеют форму, близкую к треугольной, так как  $\alpha = 87^\circ$ , а  $\varphi = 11^\circ$ , следовательно, траектория разрушения в образце практически совпадает с перпендикуляром, опущенным из точки  $a$  на нижнее основание трапеции, в результате чего трапецевидный образец приобретает практически прямоугольную форму. Как видно из рис.3, это хорошо согласуется с результатами проведенных экспериментов для трапецевидных образцов из ПЦМ с размерами  $l = 49$  мм,  $h = 44$  мм и  $\omega = 30^\circ$ .



**Рис. 3. Фотография разрушенного между плитами пресса образца из ПЦМ**

Из видеозаписи нагружения образца следует, что разрушение образца начинается из точки *a*. Кроме того, установлено, что прочность трапецевидного образца, рассчитанная по площади верхнего основания, по сравнению с прочностью прямоугольного образца с тем же основанием увеличилась почти в два раза.

**Список используемых источников:**

1. Локшина Л.Я. Расчет предела прочности хрупких материалов с учетом внутреннего трения / Л.Я. Локшина, Ю.А. Костандов, Д.Л. Васильев // Геотехническая механика. Днепрпетровск: ИГТМ НАНУ, 2009. Вып. 82. С. 199-206.
2. Костандов Ю.А., Локшина Л.Я. Влияние контактного трения на предельное напряжение в образце горной породы и вид траектории разрушения при сжатии // Физико-технические проблемы горного производства. Донецк: Институт физики горных процессов НАН Украины, 2010. Вып.13. С.42-47.
3. Костандов Ю.А., Локшина Л.Я. Влияние внешнего и внутреннего трения на параметры предельного состояния образца горной породы при сжатии // Физико-технические проблемы горного производства. Донецк: Институт физики горных процессов НАН Украины, 2011. Вып.14. С. 33-41.
4. Васильев Л.М., Васильев Д.Л. Метод расчёта предела прочности горных пород на одноосное сжатие при линейной связи между контактными напряжениями // Геотехническая механика. Днепрпетровск: ИГТМ НАНУ, 2003. Вып. 42. С. 73–80.

---

© 2016, Локшина Л.Я., Костандов Ю.А.  
Влияние внешнего и внутреннего трения на параметры предельного состояния образца трапецевидной формы из хрупкого материала при сжатии

---

© 2016, Lokshina L.Ya., Kostandov Yu.A.  
Influence of external and internal friction on limiting state parameters of trapezoidal specimen of brittle material at compression

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.205

Поступила (Received): 02.10.2016

## Малышев И.Е. Альтернативное программирование

Malyshev I.E.  
Alternative programming

*В статье рассматриваются самые современные парадигмы программирования, отличающиеся от наиболее используемых или дополняющие их. Описывается суть каждой из них и рассказывается о причинах и результатах их появления. Приведено несколько примеров языков, в которых новые подходы используются уже достаточно давно, обладают наибольшей популярностью и эффективностью*

**Ключевые слова:** информационные технологии, программирование, парадигмы

**Малышев Илья Евгеньевич**

Студент

Калужский филиал Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана

г. Калуга, ул. Баженова, 2

*The article deals with the most modern programming paradigms. They differ from most used or complement them. It describes the essence of each of them. It is told about the reasons and results of their appearance. There are several examples of languages in which the new approaches have been used for a long time. They are the most popular and effective*

**Key words:** information technology, programming, paradigm

**Malyshev Ilya Evgenyevich**

Student

Kaluga branch of Moscow state technical university named N.E. Bauman

Kaluga, Bazanova st., 2

Язык программирования – формальная знаковая система, предназначенная для записи компьютерных программ, они делятся по разным принципам, например, на высокоуровневые и низкоуровневые, на процедурные, декларативные, объектно-ориентированные, сетевые и т.д. Наиболее распространена на данный момент парадигма объектно-ориентированного программирования [1].

Объектно-ориентированное программирование (ООП) – методология программирования, основанная на представлении программы в виде совокупности объектов, каждый из которых является экземпляром определенного класса, а классы образуют иерархию наследования [2].

Прототипное программирование – стиль объектно-ориентированного программирования, при котором отсутствует понятие класса, а наследование производится путём клонирования существующего экземпляра объекта – прототипа. Каноническим примером прототип-ориентированного языка является язык Self. В дальнейшем этот стиль программирования начал обретать популярность и был положен в основу таких языков программирования, как JavaScript, Lua, Io, REBOL и др.

В языках, основанных на понятии «класс», все объекты разделены на два основных типа – классы и экземпляры. Класс определяет структуру и функциональность (поведение), одинаковую для всех экземпляров данного класса. Экземпляр является носителем данных – то есть обладает состоянием, меняющимся в соответствии с поведением, заданным классом.

Сторонники прототипного программирования часто утверждают, что языки, основанные на классах, приводят к излишней концентрации на систематизации классов и на отношениях между ними. В противоположность этому, прототипирование заостряет внимание на поведении некоторого (небольшого) количества «образцов», которые затем классифицируются как «базовые» объекты и используются для создания других объектов. Многие прототип-ориентированные системы поддерживают изменение прототипов во время выполнения программы, тогда как лишь небольшая часть класс-ориентированных систем (например, Smalltalk, Ruby) позволяет динамически изменять классы.

Хотя подавляющее большинство прототип-ориентированных систем основаны на интерпретируемых языках с динамической типизацией, технически возможно добавить прототипирование и в языки со статической проверкой типов. Язык Omega является одним из примеров такой системы.

В класс-ориентированных языках новый экземпляр создаётся через вызов конструктора класса (возможно, с набором параметров). Получившийся экземпляр имеет структуру и поведение, жёстко заданные его классом.

В прототип-ориентированных системах предоставляется два метода создания нового объекта: клонирование существующего объекта, либо создание объекта «с нуля». Для создания объекта с нуля программисту предоставляются синтаксические средства добавления свойств и методов в объект. В дальнейшем, из получившегося объекта может быть получена полная его копия – клон. В процессе клонирования копия наследует все характеристики своего прототипа, но с этого момента она становится самостоятельной и может быть изменена. В число преимуществ данного подхода входит тот факт, что создатель копии может менять её, не опасаясь побочных эффектов среди других потомков своего предка. Также радикально нет необходимости искать подходящие слоты (метода или атрибута).

Компонентно-ориентированное программирование – парадигма программирования, существенным образом опирающаяся на понятие компонента – независимого модуля исходного кода программы, предназначенного для повторного использования и развёртывания и реализующегося в виде множества языковых конструкций (например, «классов» в объектно-ориентированных языках программирования), объединённых по общему признаку и организованных в соответствии с определёнными правилами и ограничениями.

Компонентно-ориентированное программирование, в применении к объектно-ориентированным языкам, подразумевает набор ограничений, налагаемых на объектные механизмы – и нацеленных, прежде всего, на повышение надёжности больших программных комплексов. При применении «неограниченного» объектно-ориентированного подхода, характерна проблема «хруп-

ких» базовых классов: ситуация, когда изменить реализацию типа-предка невозможно, не нарушив корректность функционирования типов-потомков (даже при прежних интерфейсах его методов). Компонентно-ориентированный подход, позволяющий через понятие «компонента» объединить в группу связанные конструкции и определяющий схемы и правила для них – позволяет избежать подобного рода проблем.

Компонентно-ориентированный подход может применяться во многих языках программирования, с помощью стандартных конструкций (таких как: классы, интерфейсы, пакеты, модули).

Существуют языки программирования, реализующие на конструктивном уровне компонентно-ориентированное программирование: «Оберон» (ограниченно), «Компонентный Паскаль». В рамках языка Java – компонентно-ориентированное программирование реализуется посредством компонентов, называемых JavaBeans, поддержанных в одной из ранних спецификаций языка. В платформе «.NET» – реализован компонентно-ориентированный подход, обеспечивающий создание и повторное использование компонентов для любого языка программирования, поддерживаемого платформой.

Агентно-ориентированный подход к программированию – разновидность представления программ или парадигма программирования, в которой основополагающими концепциями являются понятия агента и его ментальное поведение, зависящее от среды, в которой он находится.

Агентом является всё, что может рассматриваться как воспринимающее свою среду с помощью датчиков и воздействующее на эту среду с помощью исполнительных механизмов.

Агентно-ориентированный подход, представляется, как новая парадигма, в которой слово агент может использоваться в различных близких смыслах. И хотя под агентом обычно понимается программный агент, он базируется на теории искусственного интеллекта и отталкивается от понятия интеллектуальный агент, которое уже существовало ранее. В итоге понятие агента, в отличие от простого объекта, наделяется рядом ментальных конструкций, таких как вера, обязанности и способности. Поэтому в языке программирования будут появляться различные ментальные категории, а семантика программирования будет связана с семантикой ментальных конструкций:

– Объект – Программная сущность заданной структуры и конкретизированных механизмов взаимодействия с другими объектами посредством передачи сообщений. Сообщения формируются и отсылаются в ответ на пришедшие сообщения. Формирование сообщений происходит процедурами на основании данных.

– Актор – Программная сущность заданной структуры и механизмов взаимодействия, содержит данные и процедуры, обладает инкапсуляцией, отношениями, наследованием и может порождать сообщения.

– Агент – Программная сущность для выполнения поставленных задач. Обладает поведением, а именно: взаимодействует с внешней сложной и динамично-развивающейся средой, способной модифицироваться или быть модифицированной другими агентами в зависимости от конкретных условий.

Взаимодействие подразумевает: восприятие динамики среды; действия, изменяющие среду; рассуждения в целях интерпретации наблюдаемых явлений, решения задач, вывода заключений и определения действий.

Агентно-ориентированный подход является частным случаем (специализацией) объектно-ориентированного программирования (ООП). В ООП вычислительный процесс понимается достаточно широко как система, собранная из объектов, которые взаимодействуют друг с другом через сообщения. АООП специализирует эти понятия, устанавливая состояние (называемое психическим состоянием) объектов (называемых агентами), состоящих из компонентов таких как верование (убеждения) (включая убеждения о мире, о себе, и о друг друге), способности, и решения, каждое из которых обладает определенным синтаксисом. Кроме того, различные ограничения помещены в психическое состояние агента. Вычисление состоит из информирования агентов, выполнения их требований, выполняя их предложения, принимая, отклоняя, конкурируя, и помогая друг другу.

Аспектно-ориентированное программирование (АООП) – парадигма программирования, основанная на идее разделения функциональности для улучшения разбиения программы на модули. Методология АООП была предложена группой инженеров исследовательского центра Хероx PARC. Ими же было разработано аспектно-ориентированное расширение для языка Java, получившее название AspectJ – (2001 год).

Существующие парадигмы программирования предоставляют определённые способы для разделения и выделения функциональности: функции, модули, классы, но некоторую функциональность с помощью предложенных методов невозможно выделить в отдельные сущности. Такую функциональность называют сквозной, так как её реализация распределена по различным модулям программы. Сквозная функциональность приводит к рассредоточенному и запутанному коду, сложному для понимания и сопровождения.

Ведение лога и обработка исключений – типичные примеры сквозной функциональности. Другие примеры: трассировка; аутентификация и проверка прав доступа; контрактное программирование. Для программы, написанной в парадигме ООП, любая функциональность, по которой не была проведена декомпозиция, является сквозной. Однако, как утверждают некоторые авторы, АООП может успешно применяться и для решения задач защиты, многопоточности, управления транзакциями и многих других.

Все языки АООП предоставляют средства для выделения сквозной функциональности в отдельную сущность. Так как AspectJ является родоначальником этого направления, используемые в этом расширении концепции распространились на большинство языков АООП.

Основные понятия АООП:

– Аспект – модуль или класс, реализующий сквозную функциональность. Аспект изменяет поведение остального кода, применяя совет в точках соединения, определённых некоторым срезом.

– Совет – средство оформления кода, которое должно быть вызвано из точки соединения. Совет может быть выполнен до, после или вместо точки соединения.

– Точка соединения – точка в выполняемой программе, где следует применить совет. Многие реализации АОП позволяют использовать вызовы методов и обращения к полям объекта в качестве точек соединения.

– Срез – набор точек соединения. Срез определяет, подходит ли данная точка соединения к данному совету. Самые удобные реализации АОП используют для определения срезов синтаксис основного языка и позволяют их повторное использование с помощью переименования и комбинирования.

– Внедрение – изменение структуры класса и/или изменение иерархии наследования для добавления функциональности аспекта в инородный код. Обычно реализуется с помощью некоторого метаобъектного протокола.

В итоге можно сказать, что существует множество парадигм программирования дополняющих объектно-ориентированное программирование, позволяя программисту использовать в разработке новые эффективные инструменты.

**Список используемых источников:**

1. Голицына О.Л. Попов И.И. Основы алгоритмизации и программирования. М.: ФОРУМ, 2008. 342 с.
2. Иванова Г.С., Ничушкина Т.Н. Объектно-ориентированное программирование. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. 455 с.

---

© 2016, Малышев И.Е.

Альтернативное программирование

---

© 2016, Malyshev I.E.

Alternative programming

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.210

Поступила (Received): 23.10.2016

**Мельникова А.С.**  
**Состояние и перспективы анализа**  
**защищенности Wi-Fi сетей**

**Melnikova A.S.**  
**State and prospects of security analysis of Wi-Fi networks**

*Состояние и перспективы анализа защищенности Wi-Fi сетей являются важными составляющими для максимально безопасной организации сетей Wi-Fi. Но для большинства действующих сетей беспроводной связи, все равно остаются угрозы несанкционированного доступа, которые необходимо учитывать*

**Ключевые слова:** безопасность, беспроводные сети, угроза, уязвимость

**Мельникова Анастасия Сергеевна**  
Студент  
Омский государственный технический университет  
г. Омск, пр. Мира, 11

*Status and prospects of security analysis of Wi-Fi networks are important components for the safest possible organization of Wi-Fi networks. But for most of current wireless networks still remain the threat of unauthorized access that must be considered*

**Key words:** security, threat, wireless networks, vulnerability

**Melnikova Anastasiya Sergeevna**  
Student  
Omsk state technical university  
Omsk, Mira ave., 11

На сегодняшний день, имеется два главных способа организации рабочих Wi-Fi сетей:

- Ad-hoc;
- Hot-spot.

**Система организации беспроводной сети организованной по типу Ad-hoc.** Эта система подразумевает прямую передачу информационных данных между устройствами.

**Система организации беспроводной сети Hot-spot.** В современных Hot-spot сетях имеется точка доступа (от англ. слова Access point), при помощи которой осуществляется взаимодействие внутри рабочей сети и практически полный доступ к имеющимся внешним сетям. При этом, взломав данную точку для осуществления доступа, несанкционированный пользователь получит данные со станций, которые работают в этой сети.

**Основные угрозы.** Эти угрозы информационной защищенности сетей, появляющиеся при применении Wi-Fi сетей, имеется возможность разделить на 2 основных класса, таких как:

- прямые угрозы;
- косвенные классы угроз.

**Прямые угрозы.** Канал, по которому происходит передача информационных данных, используемый в большинстве Wi-Fi сетей, подвержен вмешательству злоумышленников для того, чтобы получить несанкционированный доступ к имеющейся информации закрытого характера. В современных рабочих сетях Wi-Fi имеются как аутентификация, так же и шифрование, но все подобные элементы для осуществления защиты имеют свои недостатки. Эти недостатки могут оказывать существенное влияние на анализ состояния защищенности действующих беспроводных сетей Wi-Fi, поэтому их необходимо максимально полно учитывать.

Практически любое шифрование в достаточно высокой степени уменьшает скорость передачи информационных данных между устройствами. Поэтому, многие администраторы производят отключение шифрования для того, чтобы максимально повысить трафик.

**Чужаки.** Чужаками называют специальные устройства, которые позволяют несанкционированно подключиться к локальным сетям и получить необходимую информацию в требуемом объеме. Отказ от беспроводных систем для осуществления связи не снимает угроз беспроводных атак, когда в действующей системе имеется чужак.

**Нефиксированная связь.** Многие устройства беспроводной связи могут изменять тип подключения во время своей работы.

К примеру, могут осуществляться «случайные комбинации», когда ПК, с установленным Windows CE 6.0 (относящийся к действующим беспроводным сетям), или не правильно настроенный клиент сети ассоциируется в автоматическом режиме и подключается к рабочей сети Wi-Fi. При этом злоумышленник переключает определенного пользователя для осуществления процесса сканирования существующих уязвимостей, фишинга или атак. А когда пользователь уже имеет подключение и к сети Wi-Fi, тогда он становится точкой для осуществления входа, то есть чужаком. Большое число пользователей, которые подключены к сети и имеющие определенного типа интерфейс, а также невысокие скоростью или работой данной сети, достаточно часто переключаются на другую точку доступа (или ОС выполняет это в автоматическом режиме при некорректной работе). При этом имеющаяся защита Wi-Fi сети перестает выполнять требуемый уровень защиты.

**Список используемых источников:**

1. Белорусов Д.И., Корешков М.С. *Специальная техника // WiFi-сети и угрозы информационной безопасности.* 2009. № 6. С. 2-6.
2. Бандурян А. *Анализ угроз для беспроводных сетей,* 2010.
3. Борисов В.И., Щербаков В.Б., Ермаков С.А. *Спектр уязвимостей беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11 // Информация и безопасность. Компьютерное обозрение.* № 12 (723). 2010. Т. 11. № 3. С. 431–434.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.212

Поступила (Received): 02.10.2016

**Мирошниченко И.И.**  
**Использование модулей ArcGIS в учебном процессе:  
особенности и возможности**

**Miroshnichenko I.I.**  
**The use of ArcGIS in the educational process:  
features and capabilities**

*В статье рассмотрены возможности и условия использования основных и дополнительных модулей настольных продуктов семейства ArcGIS компании Esri CIS в учебном процессе*

**Ключевые слова:** геоинформационные системы, учебный процесс, ArcGIS

*The article discusses the possibilities and conditions for the use of basic and additional modules desktop product family ArcGIS Esri CIS in the educational process*

**Key words:** geographic information systems, educational process, ArcGIS

**Мирошниченко Ирина Иосифовна**

*Кандидат экономических наук, доцент  
Ростовский государственный экономический  
университет*

*г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 69*

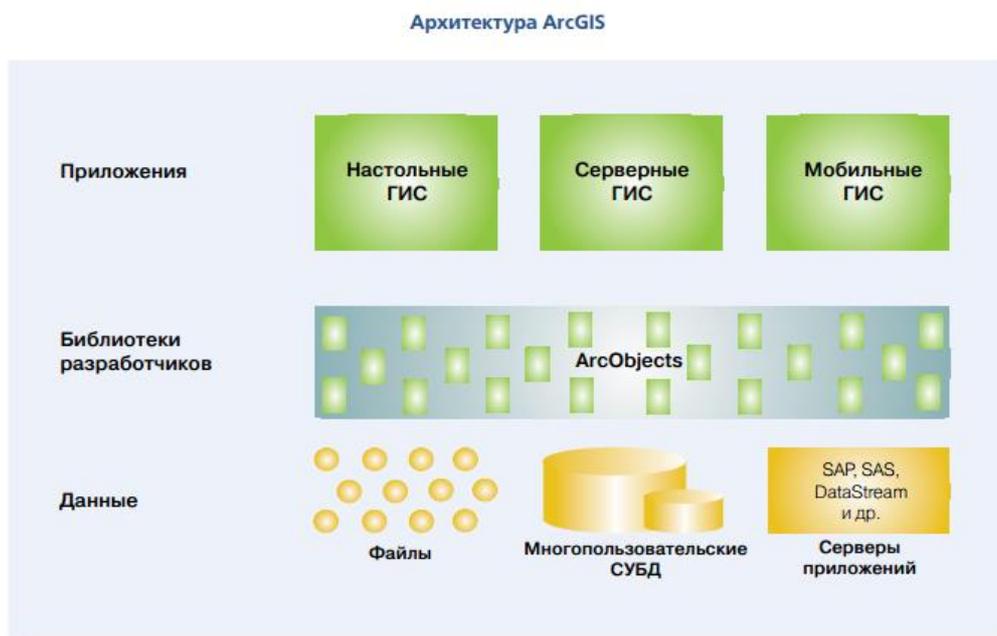
**Miroshnichenko Irina Iosifovna**

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor  
Rostov state economic university  
Rostov-on-Don, Bolshaya Sadovaya st., 69*

ArcGIS for Desktop это группа настольных продуктов семейства ArcGIS компании Esri CIS, предоставляющая полноценный инструментарий для работы с географической информацией – от создания и редактирования данных, построения запросов и анализа информации до оформления и публикации карт. Они представляют набор программ с единым интерфейсом и общими принципами работы, но отличающихся по доступной функциональности. Существуют три уровня функциональности: ArcGIS for Desktop Basic (ArcView), ArcGIS for Desktop Standard (ArcEditor) и ArcGIS for Desktop Advanced (ArcInfo) [3]. К основным функциями ArcGIS for Desktop можно отнести: пространственный анализ, управление данными, картографирование и визуализацию, геокодирование, работу с картографическими проекциями, различные варианты работы с изображениями, кастомизацию и другие.

Линейка программных продуктов ArcGIS разработана под девизом «совместимость» [2,3], и построена на основе стандартов компьютерной отрасли, включая объектную архитектуру COM, .NET, Java, XML, SOAP. Масштабируемость архитектуры ArcGIS означает, что это программное обеспечение одинаково подходит и для индивидуальных пользователей и для крупных компаний, в которых необходима единая среда для многопользовательского редактирования и обновления данных. Общая концепция платформы для создания универсальной

распределенной ГИС и работы в едином информационном пространстве представлена на рисунке 1. Кроме того, имеется возможность использования дополнительных модулей, что открывает еще больше возможностей по анализу географической информации [2]. Существуют дополнительные модули для анализа данных, редактирования и сведения воедино данных, публикации и создания картографической продукции.



**Рис. 1. Масштабируемость архитектуры ArcGIS [2]**

Кроме того, существуют также дополнительные модули, предлагающие готовые решения для определенных сфер деятельности.

К наиболее используемым дополнительным модулям ArcGIS относятся [1,2]:

1) ArcGIS 3D Analyst. Добавляет в стандартную функциональность ArcGIS наборы инструментов для создания и анализа поверхностей, а также инструменты для создания виртуальных моделей местности.

2) ArcGIS Geostatistical Analyst. Содержит большой набор инструментов для геостатистического анализа пространственных данных и построения статистически достоверных поверхностей, выявления глобальных и локальных трендов, аномалий и взаимосвязей между наборами данных.

3) ArcGIS Network Analyst. Модуль для создания, поддержки и анализа пространственных сетей и маршрутизации.

4) ArcGIS Spatial Analyst. Предоставляет широкий спектр инструментов для создания растровых данных, а также совместного анализа данных во всех растровых и векторных форматах, поддерживаемых в ArcGIS.

5) ArcGIS Schematics. Позволяет автоматически генерировать, визуализировать и управлять схемами и диаграммами, построенными на основе геометрических сетей, хранящихся в базе геоданных.

6) ArcGIS Survey Analyst Предназначен для ввода, хранения и обработки геодезической информации.

7) ArcGIS Tracking Analyst. Представляет собой мощный инструмент для визуализации и анализа рядов данных на основе сочетания параметров времени, местоположения и атрибутов.

8) ArcGIS Data Interoperability. Обеспечивает прямое чтение, запись и импорт данных (свыше 70 форматов).

9) ArcGIS Publisher. Модуль для создания файлов публикации карт (PMF), созданных в настольных продуктах ArcGIS, обеспечивает защиту проектов от несанкционированного использования и тиражирования, производит архивацию данных для дальнейшего распространения.

10) ArcScan for ArcGIS. Программный векторизатор, представляющий удобный и эффективный набор инструментов для преобразования отсканированных бумажных карт в векторные слои электронной карты.

11) Maplex for ArcGIS. Предназначен для автоматизации процесса размещения текстовых надписей на цифровых картах, включает уникальный механизм автоматической расстановки надписей в соответствии с заданными правилами, функции для решения конфликтных ситуаций, переноса и использования аббревиатур.

В Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования "Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)" в учебном процессе используется ArcGIS for Desktop Basic (ArcView) – один из трех настольных программных продуктов семейства ArcGIS [1]. Это многофункциональная геоинформационная система для визуализации, управления, создания и анализа географических данных. Используя программный продукт ArcGIS for Desktop Basic возможно: создавать карты, интерактивно взаимодействующие с данными через отчеты и диаграммы, печатать и встраивать оформленные карты в другие документы и приложения; экономить время, используя шаблоны для создания карт в едином стиле; создавать модели и скрипты, описывающие рабочие процессы, для визуализации и анализа данных; читать, импортировать и управлять более чем 70 различными форматами данных, включая данные демографических исследований, статистических служб, чертежи САПР, снимки, веб-сервисы, мультимедиа и метаданные; эффективно передавать информацию путем печати, публикации и распределения ГИС-данных и динамических элементов (отчетов, диаграмм) между пользователями; при помощи инструментов Поиск, Идентификация, Измерение, Гиперссылка извлекать из данных информацию, не доступную при работе со статическими картами; принимать быстрые, взвешенные решения для оперативного реагирования на ситуации.

Настольные программные продукты линейки ArcGIS расширяют свою функциональность от ArcGIS for Desktop Basic (ArcView) к ArcGIS for Desktop Standard и далее к ArcGIS for Desktop Advanced.

Приобретая лицензию на ArcGIS for Desktop Basic (ArcView), мы получили: программное обеспечение ArcGIS for Desktop Basic с возможностью переключения интерфейса на русский язык; справочную систему ArcGIS Help на русском и английском языках; готовые к использованию данные Esri Data & Maps; годовую техническую поддержку т.д.

Достаточно широко в учебном процессе мы применяем инструмент ModelBuilder – это приложение, используемое для создания, редактирования и управления моделями [1,3].

Под моделями при этом подразумеваются рабочие процессы, которые соединены друг с другом в последовательности инструментов геообработки, подавая выход одного инструмента в другой инструмент в качестве входа.

На схеме ниже показана классификация элементов модели в ModelBuilder (рис. 2).

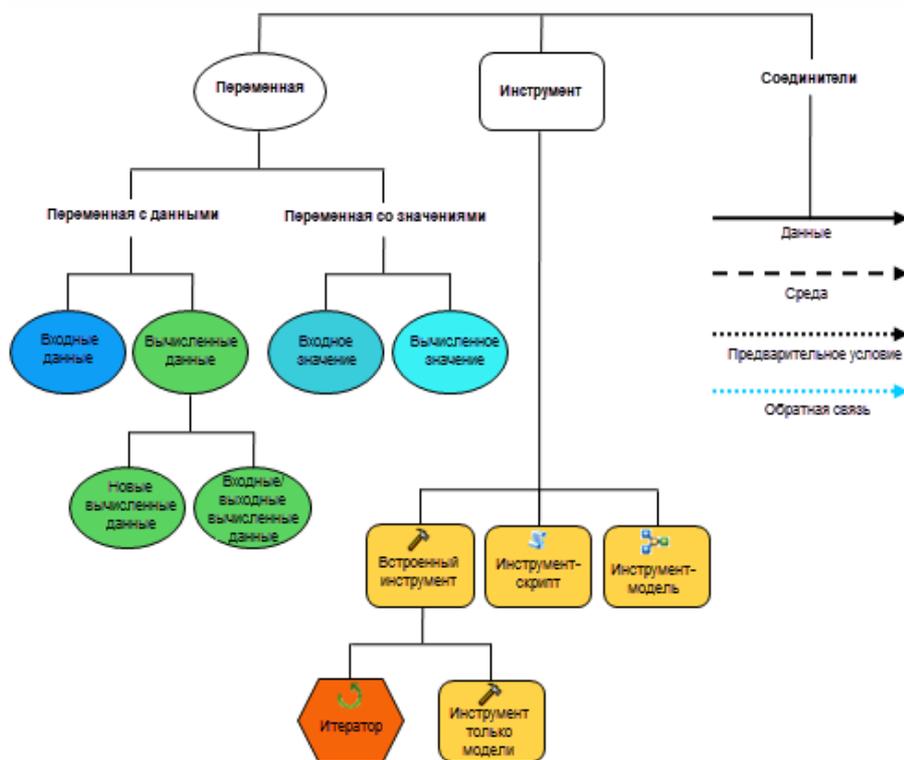


Рис. 2. Классификация элементов модели в ModelBuilder [3]

В нашем университете ArcGIS for Desktop Basic широко используется для подготовки бакалавров по направлениям «Прикладная информатика» и «Информационные системы и технологии».

**Список используемых источников:**

1. Мирошниченко И.И. Геоинформационные системы. Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2014. 55 с.
2. Официальный сайт компании Esri CIS. URL: <http://www.esri-cis.ru>
3. ArcGIS for Desktop. URL: <http://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/analyze/modelbuilder/model-elements.htm>

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.216

Поступила (Received): 20.10.2016

**Назарцев М.С., Гребенщиков Е.Ф., Скрыбин Е.И.,  
Ендовицкий Р.А., Раков М.Г.  
Принцип действия АБС, возможные  
неполадки и способы их устранения**

**Nazarcev M.S., Grebenschchikov E.F., Scriabin E.I.,  
Yendovitsky R.A., Rakov M.G.  
The principle of operation of the ABS, possible  
problems and ways to address them**

*Антиблокировочная система тормозов предназначена для сохранения устойчивости и управляемости автомобиля при его торможении путем предотвращения блокировки колес. Сама аббревиатура АБС родилась в Германии, где еще в 1936 году инженерами компании Bosch было разработано и запатентовано дополнительное устройство, предотвращающее блокирование колес при торможении автомобиля*

*Traction control system the brake system is intended for preservation of stability and controllability of the car when it is braking by preventing the wheels from locking. The abbreviation ABS was born in Germany, where in 1936 by the engineers of the company Bosch has developed and patented an additional device to prevent the blocking of wheels during braking of the vehicle*

**Ключевые слова:** антиблокировочная система, устойчивость и управляемости

**Key words:** traction control system, stability and controllability

**Назарцев Максим Сергеевич**  
Преподаватель  
Железноводский художественно-строительный техникум  
г. Железноводск, ул. Пушкина, 1

**Nazarcev Maksim Sergeevich**  
Teacher  
Zheleznovodsk art and construction college  
Zheleznovodsk, Pushkina st., 1

**Гребенщиков Евгений Федорович**  
Кандидат технических наук, преподаватель  
Железноводский художественно-строительный техникум  
г. Железноводск, ул. Пушкина, 1

**Grebenschchikov Evgeny Fedorovich**  
Candidate of Technical Sciences, teacher  
Zheleznovodsk art and construction college  
Zheleznovodsk, Pushkina st., 1

**Скрыбин Евгений Игоревич**  
Студент  
Железноводский художественно-строительный техникум  
г. Железноводск, ул. Пушкина, 1

**Scriabin Evgeny Igorevich**  
Student  
Zheleznovodsk art and construction college  
Zheleznovodsk, Pushkina st., 1

**Ендовицкий Роман Андреевич**

Студент

Железноводский художественно-строительный техникум

г. Железноводск, ул. Пушкина, 1

**Yendovitsky Roman Andreevich**

Student

Zheleznovodsk art and construction college

Zheleznovodsk, Pushkina st., 1

**Раков Михаил Германович**

Студент

Железноводский художественно-строительный техникум

г. Железноводск, ул. Пушкина, 1

**Rakov Mikhail Germanovich**

Student

Zheleznovodsk art and construction college

Zheleznovodsk, Pushkina st., 1

Антиблокировочная система тормозов предназначена для сохранения устойчивости и управляемости автомобиля при его торможении путем предотвращения блокировки колес. Сама аббревиатура АБС родилась в Германии, где еще в 1936 году инженерами компании Bosch было разработано и запатентовано дополнительное устройство, предотвращающее блокирование колес при торможении автомобиля.

Рассмотрим, что происходит с транспортным средством при необходимости его экстренной остановки. При нажатии на педаль тормоза автомобиль, обычно, начинает замедляться, т. к. на колесо передается тормозной момент МТР, реализуемый путем прижатия тормозных колодок к диску или барабану. Величина этого момента главным образом определяется приложенным к педали усилием. В общем случае, здесь мы могли бы создать достаточно большой тормозной момент способный, казалось бы, остановить автомобиль весьма быстро. Но это не так. По мере возрастания МТР автомобиль замедляется все быстрее. Однако существует определенное значения тормозного момента, при котором все Ваши действия как водителя, направленные на увеличение эффективности замедления автомобиля, путем вдавливания в пол этой самой педали, успехом не увенчаются. Автомобиль в этом случае уже не будет катиться по поверхности дороги, он будет скользить по ней. При этом машина становится совершенно неуправляемой, т. е. если перед Вами внезапно возникло препятствие любые манипуляции рулем направленные на то, чтобы хоть как-нибудь изменить траекторию движения транспортного средства, уже не помогут. Вы становитесь заложником заблокированных колес. Однако ситуацию еще можно исправить, надо только отпустить педаль тормоза и сманеврировав уйти от столкновения.

Объяснение этому явлению довольно простое. Дело все в том, что максимальный тормозной момент, реализуемый колесом ( $M_{\max \text{ тр}}$ ), зависит от коэффициента сцепления колеса с дорогой, который может быть реализован им в данных дорожных условиях, и определяется из соотношения:

$$M_{\max \text{ тр}} = f^* R_z * r, \text{ где:}$$

$f$  – коэффициент сцепления колеса с дорогой;  $R_z$  – нормальная составляющая реакции дороги;  $r$  – радиус качения колеса.

Если величина  $M_{\text{тр}}$ , передаваемого на колесо, достигнет значения величины, стоящей в правой части уравнения, то колесо мгновенно заблокируется. В результате: в лучшем случае, после ряда таких замедлений, Вы отправитесь в магазин за новой обувью для своей машины, а в худшем – потеря управления

может привести к заносу и возникновению ДТП. Причем бывают случаи, когда блокировка наступает даже при легком нажатии на педаль тормоза. Так происходит, например, на обледеневшей дороге. В этом случае коэффициент сцепления весьма невелик.

Таким образом, дабы избежать этой неприятнейшей ситуации необходимо, чтобы постоянно, в процессе торможения автомобиля, соблюдалось неравенство:  $M_{\max} \text{ тр} < f^* R_z^* r$ . А вот этого достичь очень сложно, особенно если необходима экстренная его остановка. Помочь в этой ситуации водителю в силах только АБС. Антиблокировочная система дает возможность водителю не задумываться о том, с какой силой давить на педаль тормоза. При любой усилии она не позволяет колесам автомобиля начать скольжение, балансируя величиной тормозного момента на грани блокировки, и никогда не переходя за эту грань. Таким образом, водитель удерживает педаль тормоза нажатой, а система, то притормаживает колеса, то снова дает им раскрутиться, тем самым, обеспечивая прерывистое торможение, при котором автомобиль сохраняет свою устойчивость и управляемость.

#### АБС на практике

Со времени появления АБС существует устойчивое мнение, что антиблокировочная система не многим уступает опытному водителю в способности остановить автомобиль на сложном покрытии, и вовсе незаменима для начинающих водителей. Но, прежде чем приводить говорить об эффективности системы, расскажем, что собой представляет типичная АБС.

Как известно, эффективное управление автомобилем, в том числе его торможение зависит от сцепления колес с поверхностью дороги. При потере сцепления, при торможении с заблокированными колесами увеличивается тормозной путь, автомобиль становится неуправляемым. При торможении на скользкой поверхности опытные водители удерживают колеса на грани блокировки, используя прием прерывистого торможения. Отчасти, "техника" работы АБС заимствовала опыт, накопленный человеком. Если в движении одного из колес автомобиля оборудованного АБС появляются признаки блокировки, частота вращения становится ниже определенного критического значения, блок управления системой на основе сигнала датчика частоты вращения посылает управляющий сигнал к соленоидному распределительному клапану для прекращения роста давления тормозной жидкости в тормозном механизме для предотвращения опасности блокировки. Для создания постоянного давления в тормозной системе используется отдельный насос. Современная антиблокировочная система не просто следит за тем, чтобы то или иное колесо не было заблокировано, но еще и сравнивает работу каждого из колес и регулирует тормозные усилия таким образом, чтобы не допустить потери курсовой устойчивости.

Теперь посмотрим, насколько эффективна антиблокировочная система на типичном европейском автомобиле. Два покрытия: укатанный снег с коэффициентом сцепления 0,14 и мокрый асфальт – 0,76. При создавшейся аварийной ситуации возможны следующие варианты действия водителя: работа только рулем без использования тормозов, руль и торможение.

Простейшая ситуация: торможение на прямой со скорости 40 км/ч. На асфальте водителю удается точно дозировать тормозной усилие, так что результаты не позволяют судить о превосходстве электроники. Но стоит попасть на снег, примитивное торможение с педалью "в пол" дает результат тормозного пути 46 метров. Торможение по всем правилам на грани блокировки дает результат 41 метр. При подключении АБС – 37,4. Победа по всем статьям. Со скорости 60 км/час тормозной путь с АБС меньше уже на пять метров по сравнению с опытным водителем.

Теперь более сложное покрытие, так называемый "микст", когда под правыми колесами лед, а под левыми асфальт. Скорость 60 км/ч: с АБС – 37 м, без АБС – 41 м, но основное преимущество электроники не в метрах. Куда важнее поведение автомобиля. Коварство "микста" заключено в том, что из-за разности коэффициентов сцепления возникает разворачивающий момент, который трудно компенсировать вращением рулевого колеса, а для неопытного водителя эта ситуация может оказаться драматичной. Стоит ошибиться и машину начнет вращать на дороге.

Еще одна типичная дорожная ситуация. Водитель входит поворот постоянного радиуса, не рассчитав скорость. Он может просто отпустить газ и, работая рулем пытаться описать дугу в пределах своей полосы движения или же привлечь тормозную систему с опасностью потерять курсовую устойчивость и сойти с дороги. Итак, входим в поворот с максимально возможной скоростью, и, главное, пытаемся из него выйти. Мокрый асфальт, радиус поворота 35 метров, водитель работает только рулем. Показанная скорость 67 км/час. То же самое, но с торможением без АБС – 69 км/час. Быстрее поедешь – или снесет, или, если колеса заблокируются, вообще понесет прямо, а не по дуге. Скорее всего, еще и закрутит. Теперь с АБС – 79 км/час. Заметное преимущество!

Радиус поворота на льду увеличиваем до 50 метров. Результат без использования тормозов – 61 км/час, с тормозами 69, с тормозами и АБС – 75 км/час. Преимущества АБС очевидны, хотя не так значительны, как на мокром асфальте.

И все же, если у современной АБС так много преимуществ и почти нет недостатков, почему асы ее недолюбливают? Известно, что подготовленный водитель использует акселератор и тормоз не только для разгона и торможения, но и для управления автомобилем, причем арсенал специальных приемов у спортсменов весьма широк. Что касается электроники, то основной принцип работы АБС, как мы и говорили – не дать колесам заблокироваться. Но бывает, блокировка выгодна. Представим, что неожиданно возник занос – и автомобиль разворачивает поперек дороги. Если ничего не предпринимать, через мгновение колеса восстановят сцепление и потянут автомобиль с дороги. Кратковременная блокировка колес может погасить интенсивность вращения, а длительная – заставит автомобиль вращаться, сохранив при этом первоначальное направление. Проще говоря, машина с заблокированными колесами будет вращаться вокруг своей оси, но двигаться прямо и не уходить с дороги.

Важно помнить, что приемы вождения с АБС и без нее разнятся. Антиблокировочная система становится, к примеру, эффективной, когда превышено

некоторое усилие на педали тормоза. Известно, что в экстренной ситуации водитель может развить на педали тормоза усилие до 50 кгс, при этом необходимое для блокировки колес на льду усилие на педали тормоза у современного автомобиля без АБС составляет 5-8 кгс. При помощи электроники усилие будет оптимизировано. При этом, на машине с АБС нужно смело жать на тормоза, а не "гладить" их. Важно помнить, что если при покупке автомобиля есть выбор – комплектации с АБС или без нее, не принимайте более дешевый вариант. Хотя бы потому, что у автомобилей, спроектированных под электронную систему, очень чувствительная педаль тормоза. Это делается специально, чтобы порог блокировки был превышен уже при небольших усилиях на педали. Купив такую машину, вы почти наверняка будете блокировать колеса в экстремальной ситуации.

### ESP – в помощь АБС

Разумеется, что при ремонтах ходовой части автомобиля или рулевого управления необходимо вновь задать параметры, которыми будет руководствоваться ESP. Для того чтобы ESP могла работать безупречно, необходимо точно отрегулировать сенсор угла поворота рулевого колеса. Достичь этого возможно с помощью одного из диагностических приборов серии KTS Bosch с программным обеспечением Esitronic. Прибор позволяет провести инициализацию угла поворота рулевого колеса. При этом сам сенсор и соответствующий прибор управления в определенной мере приспособляются один к другому. Данные по инициализации записываются в EPROM блока управления. Каждый раз, когда сенсор или прибор управления заменяются, или демонтируется рулевое колесо, необходимо провести новую инициализацию.

### **Список используемых источников:**

1. Кривко А.Н. Устройство современных автомобилей. М. 2009.
2. Передовые технологии в тормозные системах. URL: <http://ru.wikipedia.org>
3. АБС практическое применение. URL: <http://lib.convdocs.org>
4. ТО и ремонт автомобиля. URL: <http://ru.wikipedia.org>

---

© 2016, Назарцев М.С., Гребенчиков Е.Ф.,  
Скрябин Е.И., Ендовицкий Р.А., Раков М.Г.  
Принцип действия АБС, возможные неполадки и  
способы их устранения

---

© 2016, Nazarcev M.S., Grebenshchikov E.F.,  
Scriabin E.I., Yendovitsky R.A., Rakov M.G.  
The principle of operation of the ABS, possible  
problems and ways to address them

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.221

Поступила (Received): 27.10.2016

**Назарцев М.С., Стрельников А.С., Никулин Ю.В.,  
Проняев Д.Д., Ряднов К.В.  
Технология керамических тормозных колодок –  
происхождение и преимущества**

**Nazarcev M.S., Strelnikov A.S., Nikulin Yu.V.,  
Pronyaev D.D., Ryadnov K.V.  
Technology ceramic brake pads – origin and advantages**

*Оценивая качество автомобиля, современный потребитель среди прочих непременно выделяет характеристики тормозной системы. Говоря простым языком, водитель ожидает от автомобиля, что тормоза будут работать точно, чётко и без исключений, в любой ситуации*

**Ключевые слова:** керамические тормозные колодки

*Assessing the quality of the car, the modern consumer is among others certainly highlights the characteristics of the braking system. In simple terms, the driver expects from the car that the brakes will work precisely, and without exception, in any situation*

**Key words:** ceramic brake pads

**Назарцев Максим Сергеевич**

Преподаватель  
Железноводский художественно-строительный техникум  
г. Железноводск, ул. Пушкина, 1

**Nazarcev Maksim Sergeevich**

Teacher  
Zheleznovodsk art and construction college  
Zheleznovodsk, Pushkina st., 1

**Стрельников Артем Сергеевич**

Студент  
Железноводский художественно-строительный техникум  
г. Железноводск, ул. Пушкина, 1

**Strelnikov Artem Sergeevich**

Student  
Zheleznovodsk art and construction college  
Zheleznovodsk, Pushkina st., 1

**Никулин Юрий Витальевич**

Студент  
Железноводский художественно-строительный техникум  
г. Железноводск, ул. Пушкина, 1

**Nikulin Yury Vitalievich**

Student  
Zheleznovodsk art and construction college  
Zheleznovodsk, Pushkina st., 1

**Проняев Даниил Дмитриевич**

Студент  
Железноводский художественно-строительный техникум  
г. Железноводск, ул. Пушкина, 1

**Pronyaev Daniil Dmitrievich**

Student  
Zheleznovodsk art and construction college  
Zheleznovodsk, Pushkina st., 1

**Ряднов Константин Вячеславович**

Студент

Железноводский художественно-строительный техникум

г. Железноводск, ул. Пушкина, 1

**Radnov Konstantin Vyacheslavovich**

Student

Zheleznovodsk art and construction college  
Zheleznovodsk, Pushkina st., 1

Оценивая качество автомобиля, современный потребитель среди прочих непременно выделяет характеристики тормозной системы. Говоря простым языком, водитель ожидает от автомобиля, что тормоза будут работать точно, чётко и без исключений, в любой ситуации.

Эффективное и одновременно мягкое, плавное бесшумное торможение в разнообразных условиях, которое обеспечивали новые фрикционные материалы, были признаны ведущими автопроизводителями и поставщиками OE компонентов. Вдобавок к эффективности, новые материалы позволили существенно (на некоторых моделях до 90%) снизить расходы по гарантийным претензиям к тормозным механизмам.

На сегодня около 40 процентов новых моделей автомобилей сходящих с конвейера в США комплектуются керамическими тормозными колодками. Решение о комплектации иными типами колодок принимается, как правило, из стремления удешевить модель.

Создание тормозных механизмов с пониженными шумовыми и вибрационными характеристиками, задача, которую решают не только поставщики конвейера, но и фирмы, работающие на вторичном рынке. Исторически, именно неудовлетворительные показатели по шуму и вибрации колодок, производимых на aftermarket, были причиной предубежденности на их счет, бытовавшей среди автомобилистов и заставлявшие их или возвращаться с жалобами и требованиями устранить неприятные симптомы к специалистам автосервиса, или обращаться к рынку «оригинала».

Неудивительно, что за успехом Akebono подтянулись конкуренты – почти каждый производитель включил в свою продуктовую линейку то, что он называл керамическими колодками. Это привело к некоторой путанице среди продавцов и потребителей, поскольку отсутствует единое определение того, что такое керамическая колодка и каковы должны быть её характеристики. Очень многие производители предлагают то, что в той или иной степени технически может быть названо керамической колодкой – производитель может взять металлическую колодку, ввести некоторую порцию керамического материала в фрикционный состав и назвать его керамическим. Но, тем не менее, данный продукт не обладает должными характеристиками керамики. В противоположность этому керамические составы – ядро технологии производства фрикционных материалов Akebono. Более того, характеристики тормозных механизмов диктуются соответствием формулы фрикционного состава остальным компонентам колодки и всех взаимодействующих деталей системы. «Керамика» Akebono может включать до 20 и более различных ингредиентов просчитанных во время многочисленных тестов точно под характеристики машины, для которой разрабатываются колодки. В результате продукция Akebono демонстрирует

стабильные показатели тормозной силы в широком диапазоне скоростей, лучшие характеристики торможения при нагретых колодках и быстрое восстановление их свойств после остывания.

Во многом это обусловлено применяемыми технологиями. При производстве колодок применяется способ литья под давлением при высоких температурах (positive mold process), ингредиенты впрыскиваются более равномерно, что позволяет добиться более однородной структуры фрикционной смеси, нежели при литье в отжимную пресс-форму (flash mold), которое, как правило, используют производители колодок для рынка запасных частей. Этот способ не может гарантировать устойчивого качества продукции, и твердость колодок разнится от партии к партии. Другой технологический фактор – поддержание правильного уровня влаги в смеси. В довершение, технологический цикл, применяемый на производстве Akebono значительно более продолжителен, что положительно сказывается на отвердении фрикционного материала.

Основные достоинства керамических колодок по сравнению с традиционными безасбестовыми органическими и армированными металлическим волокном в том, что они лучше сохраняют свои свойства при разнообразных условиях (см. диаграмма №1). Akebono разработаны сотни рецептов фрикционных составов позволяющих в разной степени снижать или полностью устранять срез и визг при торможении. Многие из этих составов разработаны под конкретные модели машин. Материал колодки Akebono содержит в среднем около 20 компонентов, в то время как полуметаллические колодки редко более 9. Каждая колодка спроектирована с учетом контактирующих поверхностей, чтобы избежать биений/вибраций и производимого при этом шума.

Керамические колодки демонстрируют постоянную тормозную силу в критических ситуациях, в то время как полуметаллические теряют свою эффективность при экстренном (panic) торможении. (см. табл. №2). Разница между нормальным и экстренным торможением у колодок Akebono минимальна, в то время как у полуметаллических колодок она может отличаться в два-три раза, что равносильно потере более чем 1/3 тормозной силы и означает менее предсказуемые реакции тормозов на нажатие педали.

Применение керамических колодок не только дает выигрыш в торможении, но и повышает управляемость автомобиля, степень комфорта водителя и безопасности в различных ситуациях.

Керамические колодки характеризуются минимальным выбросом пыли по сравнению с обычной «органикой», пачкающей колесные диски черной грязью, образующей пленку на поверхности колодки, снижающую тормозные качества. Керамический фрикционный материал практически лишен этого недостатка.

У большинства водителей температура разогрева колодок не поднимается выше 250 градусов. В этих условиях эксплуатации колодки Akebono характеризуются лучшими характеристиками по износу в сравнении с полуметаллическими (м. таблицу №3).

Одно из очень важных достоинств – меньшая (по сравнению с металлическими составами) абразивность колодок. Применение керамических колодок

снижает износ диска на 80% и увеличивает срок его службы на 400% по сравнению с использованием полуметаллических колодок.

Кроме того, однородность фрикционного состава позволяет равномерно изнашивать тормозной диск. А именно неравномерность износа является причиной пульсаций отдающих в педаль при торможении (не путать с реакцией ABS).

При всех плюсах керамическая технология пока что не оптимизирована под экстремальные условия вождения, когда температура поднимается до 300 градусов и выше. Именно поэтому в спорте применяют другие технологии – например карбон как материал для изготовления дисков (другое дело, что на гражданской машине ездить на карбоновых тормозах невозможно и на низких температурах они вообще работают хуже органики, да и дорогое это удовольствие – стоимость комплекта карбоновых тормозов может достигать нескольких тысяч долларов). Сегодня Akebono работает над созданием нового поколения фрикционных материалов, которые позволят использовать керамические колодки при более высоких температурах и агрессивных условиях эксплуатации. Результатом этих разработок должны стать новые формулы фрикционных материалов, которые обеспечат стабильно высокие характеристики тормозной силы, низкой степени шума и вибрации при самых больших нагрузках.

**Список используемых источников:**

1. Кривко А.Н. Устройство современных автомобилей. М. 2009.
2. Алексее А.Б. Тормозные системы. Л. 2013.
3. Ремонт и эксплуатация автомобиля. URL: <http://lib.convdocs.org>
4. ТО и ремонт автомобиля. URL: <http://ru.wikipedia.org>

© 2016, Назарцев М.С., Стрельников А.С., Никулин Ю.В., Проняев Д.Д., Ряднов К.В.

Технология керамических тормозных колодок – происхождение и преимущества

© 2016, Nazarcev M.S., Strelnikov A.S., Nikulin Yu.V., Pronyaev D.D., Ryadnov K.V.

Technology ceramic brake pads – origin and advantages

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.225

Поступила (Received): 03.10.2016

**Никитич В.Т., Калмыков В.В.  
Снижение колебаний технологической системы  
для уменьшения волнистости при шлифовании**

**Nikitich V.T., Kalmykov V.V.  
Reduction of the technological system to reduce  
vibrations during grinding waviness**

*В статье представлен метод снижения колебаний в технологической системе, которые непосредственно влияют на образование волнистости поверхности, путем изменения приведённой массы заготовки при шлифовании деталей. Изменение приведённой массы заготовки возможно путём присоединения (навешивания) добавочной массы*

**Ключевые слова:** волнистость, шероховатость, добавочная масса

*The article presents a variant of reducing fluctuations in the technological system, which directly influence the formation of surface undulations, by changing the reduced weight of the workpiece during grinding parts. Changing the reduced weight of the workpiece is possible by attaching (hanging) added weight*

**Key words:** waviness, roughness, extra weight

**Никитич Валерий Тимофеевич**

*Кандидат технических наук, доцент  
Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (филиал)  
г. Калуга, ул. Баженова, 2*

**Nikitich Valeriy Timofeevich**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Moscow state technical university named N.E.  
Bauman (branch)  
Kaluga, Bazhenova st., 2*

**Калмыков Вадим Владимирович**

*Старший преподаватель  
Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана (филиал)  
г. Калуга, ул. Баженова, 2*

**Kalmykov Vadim Vladimirovich**

*Senior Lecturer  
Moscow state technical university named N.E.  
Bauman (branch)  
Kaluga, Bazhenova st., 2*

Важным фактором, определяющим технологическую надежность прецизионных станков, является износостойкость контактирующих деталей [1-4]. Для повышения износостойкости деталей большое значение имеет площадь фактического контакта, которая составляет небольшую долю номинальной в виду волнистости, а также шероховатости реальных поверхностей [5]. Известно, что радиус кривизны опорной поверхности зависит от соотношения высоты и длины волны. С увеличением высоты волны и уменьшением её длины кривизна опорной поверхности увеличивается, а, следовательно, снижается площадь контакта, что приводит к росту процессу износа при трении. Например, с уменьшением высоты волнистости с 15 мкм до 8.5 мкм износ подшипниковых материалов (баббита) снижается почти в 2 раза. Снижение волнистости с 1.4 мкм до 0.3 мкм увеличивает стойкость радиальных шарикоподшипников в 3 раза [6].

Для определения остаточной неуравновешенности шлифовального круга была осуществлена статистическая балансировка его в динамическом режиме на балансировочном станке. Балансирование производилось на оправке предварительно уравновешенной в двух плоскостях приведения. Для проведения данного эксперимента использовался шлифовальный круг ПП250x75x25, который устанавливался на прецизионном шлифовальном станке фирмы «Shipman» для врезного и продольного шлифования.

Измерение наружной поверхности образцов на приборе «Talyrond» показали, что при производстве балансировки круга в динамическом режиме, волнистости поверхности с частотой, кратной частоте вращения круга, практически отсутствуют.

Анализ процесса шлифования с нормально сбалансированным кругом показал, что возможно образование волнистости поверхности из-за некруглости центрального отверстия (числа «выступов») и плотности стыка «центр станка – заготовка» за счёт изменения натяга в задней бабке станка.

Для прецизионного шлифования большой интерес представляет волнистость поверхности, которая возникает из-за колебаний, связанных с непостоянством жесткости сопряжения «центр-заготовка» при наличии некруглости центральных отверстий. В работе [7] была представлена расчетная схема для круглого шлифования и уравнение движения заготовки:

$$m\ddot{y} + \mu\dot{y} + F + P_y = 0 \quad (1)$$

где  $m$  – приведённая масса заготовки;  $\mu$  – коэффициент демпфирования в узле установки заготовки;  $F$  – радиальная составляющая реакции со стороны заднего центра станка;  $P_y$  – радиальная составляющая силы резания.

Радиальная составляющая реакции со стороны заднего центра зависит от некруглости центрального отверстия, что приводит к изменению жесткости «центр-заготовка» и к образованию погрешности формы наружной поверхности детали. Согласно выражению (1), для снижения колебаний в технологической системе, которые непосредственно влияют на образование волнистости поверхности, было опробовано шлифование деталей при изменении приведённой массы заготовки. Изменение приведённой массы заготовки возможно путём присоединения (навешивания) добавочной массы. Устанавливается на заготовку с натягом, для чего предусмотрена поверхность с небольшой конусностью, по возможности ближе к шлифуемой поверхности (рис.1).

Предварительно добавочная масса  $m(\text{доб})$  должна быть статически сбалансирована. При шлифовании заготовок с дополнительной массой необходимо, чтобы натяг в задней бабке был максимальный. Нарушение этого условия приводит к образованию овальности формы готовой детали при любом числе «выступов» на центральном отверстии, хотя волнистость поверхности снижается. Очевидно это происходит из-за смещения массы при навешивании добавочной массы и появления, как следствие этого, осциллирующего движения оси заготовки, отражающегося на точность формы обработанной детали.

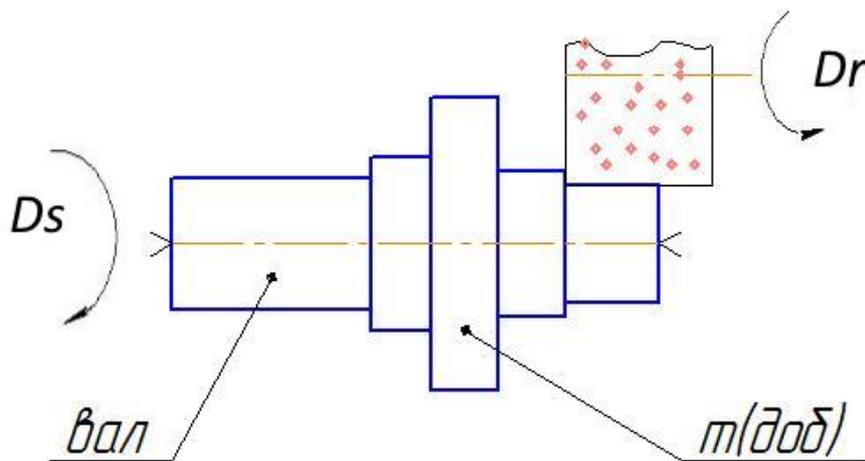


Рис. 1. Схема обработки вала с добавочной массой

При обеспечении надлежащего контакта центра с заготовкой использование добавочной массы как своеобразного фильтра по отсечению высоких гармоник профиля поверхности детали приводит к положительным результатам.

Применение добавочной массы как фильтра по отсечению высокочастотной вибрации также подтверждается изменением частоты собственных колебаний заготовки при навешивании дополнительного груза.

Шлифование образцов с добавочной массой показало также, что наряду со снижением волнистости поверхности, увеличивается точность формы детали в поперечном сечении, наследование погрешности формы центровых отверстий при постоянной массе груза снижается также при изменении окружной подачи заготовки. Так, при увеличении скорости вращения заготовки от 130 об/мин до 170 об/мин некруглость формы детали составила соответственно 0,35 мкм и 0,6 мкм.

#### Список используемых источников:

1. Мусохранов М.В., Калмыков В.В., Логутенкова Е.В. Краткий обзор отделочных операций, применяемых для повышения эксплуатационных характеристик деталей машин // Научный альманах. 2015. № 10-3 (12). С. 183-186.
2. Калмыков В.В., Космынина Е.В., Сорокин П.С. Выбор методов оценки точности технологических процессов // Инженерный вестник. 2012. № 8. С. 4.
3. Мусохранов М.В., Калмыков В.В., Авраменко М.Ю. Технологические предпосылки повышения эксплуатационных характеристик направляющих элементов // Фундаментальные исследования. 2016. № 8-1. С. 55-58.
4. Логутенкова Е.В., Мусохранов М.В., Калмыков В.В. Технологическое обеспечение качества и энергетического состояния деталей машин // Научный альманах. 2015. № 10-3 (12). С. 163-166.
5. Калмыков В.В., Логутенкова Е.В., Мусохранов М.В. Определение параметров шероховатости не стандартизованных в России // Научный альманах. 2015. № 10-3 (12). С. 108-111.
6. Дальский А.М. Технологическое обеспечение надежности и долговечности прецизионных станков. М: МВТУ 1969г.
7. Бурцев В.М., Васильев А.С. и др. Технология машиностроения Т2. М: МВТУ 1998г.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.228

Поступила (Received): 24.10.2016

**Ольховский О.А.**  
**Программно-аппаратный комплекс**  
**"Стрелец-Мониторинг"**

**Olkhovskiy O.A.**  
**Programmno-apparatnyy kompleks "Strelets-Monitoring"**

*В данной статье рассмотрены вопросы касающиеся эффективности использования программно-аппаратного комплекса "Стрелец-Мониторинг"*

**Ключевые слова:** "Стрелец-Мониторинг"

**Ольховский Олег Алексеевич**  
Магистрант, старший инспектор  
Тольяттинский государственный университет  
г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

*In this article the questions concerning the effectiveness of the use of a hardware-software complex "Sagittarius-Monitoring"*

**Key words:** "Strelets-Monitoring"

**Olkhovskiy Oleg Alekseyevich**  
Master, Senior Inspector  
Togliatti state university  
Togliatti, Belarusskaya st., 14

ПАК "Стрелец-Мониторинг" – это система мониторинга, обработки и передачи данных о возгорании, динамике развития пожаров в сложных зданиях и сооружениях с массовым пребыванием людей, в том числе в высотных зданиях.

На сегодняшний день в подавляющем большинстве в зданиях имеется пожарная сигнализация. Но кроме функции локального оповещения персонала и посетителей объекта она не выполняет других задач, и после её срабатывания большое значение имеет человеческий фактор. Огромную роль будет играть оперативность сотрудников объекта. Если брать в расчёт возможные временные затраты на прибытие противопожарных служб (пробки на дорогах, невозможность подъезда к зданию и прочее) в итоге может получиться что пройдёт слишком много времени с момента возгорания и до прибытия пожарных бригад, и результатом промедления могут быть очень серьёзные, порой непоправимые последствия. Вот именно сокращение времени реагирования и является приоритетной задачей системы ПАК "Стрелец-Мониторинг", системы автоматического вызова противопожарных служб. Теперь роль персонала снижена до минимума и не нужно будет переживать о том, что звонок на пульт "01" поступит слишком поздно, он произойдёт практически моментально, и всё что нужно будет делать персоналу ответственному за эвакуацию, либо обеспечивать эвакуацию людей совместно с сотрудником ЦУКС либо принимать меры по локализации возгорания.

Так же система решает ещё одну параллельную задачу. Она отслеживает техническое состояние пожарной сигнализации. Ведь помимо сигнала "ПОЖАР", который приходит на пульт диспетчера "01" есть возможность получать сигнал "НЕИСПРАВНОСТЬ". И сотрудникам ГПН проще отслеживать, в надлежащем ли состоянии находится сигнализация на объекте, и принимаются ли меры по устранению неисправности. В итоге по мере оснащения объектов системой ПАК "Стрелец-Мониторинг" приводятся в порядок и сами сигнализации.

Главной её особенностью является то, что система работает по радиоканалу. Преимущества радиоканала следующие:

- неразрушимость, если сравнивать с телефонной линией, на которой может произойти разрыв;
- система строится по сотовой топологии, и подключаемые объекты в свою очередь являются ретрансляторами с меньшим радиусом, по сравнению с пультовым оборудованием;
- ещё одним из преимуществ использования ПАК "Стрелец-Мониторинг" является возможность динамической маршрутизации сигналов в сети. То есть простыми словами, происходит автовыбор маршрута прохождения сигнала, если по какой-то причине сигнал не может быть транслирован по прежнему маршруту; система определит кратчайший маршрут по которому будет проходить сигнал.

ПАК "Стрелец-Мониторинг" предназначен для:

- автоматизированного вызова сил подразделений Федеральной противопожарной службы на объекты;
- контроля динамики развития пожара и передачи в штаб пожаротушения актуальной информации о развитии ситуации на объекте;
- своевременного определения путей эвакуации и планирования первоочередных мер по ликвидации пожаров.

**Список используемых источников:**

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изменениями и дополнениями). Глава 19. Требования к составу и функциональным характеристикам систем обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений. Статья 83. Требования к системам автоматического пожаротушения и системам пожарной сигнализации.

© 2016, Ольховский О.А.

Программно-аппаратный комплекс "Стрелец-Мониторинг"

© 2016, Olkhovskiy O.A.

Programmno-apparatnyy kompleks "Strelets-Monitoring"

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.230

Поступила (Received): 24.10.2016

**Ольховский О.А.****Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре – зачем она нужна?****Olkhovskiy O.A.****Warning system and evacuation management of people during fire – why is it necessary?**

*В данной статье рассмотрены вопросы касающиеся необходимости систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре*

**Ключевые слова:** система оповещения людей при пожаре

*In this article the questions concerning the necessity of warning systems and evacuation management of people during fire*

**Key words:** warning system, fire-fighting

**Ольховский Олег Алексеевич**

Магистрант, старший инспектор  
Тольяттинский государственный университет  
г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

**Olkhovskiy Oleg Alekseyevich**

Master, Senior Inspector  
Togliatti state university  
Togliatti, Belarusskaya st., 14

Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре является наиболее важной частью общей системы безопасности людей. Только при наличии такой системы в зданиях и сооружениях различного назначения можно быть уверенным, что риск гибели и травмирования людей при пожаре и других чрезвычайных ситуациях сводится к минимуму, поскольку именно данная система является первым и зачастую единственным источником информации о характере произошедшей чрезвычайной ситуации, о безопасных путях эвакуации людей и средствах спасения, которыми человек может воспользоваться для спасения своей жизни.

Оповещение и управление эвакуацией людей при пожаре должно осуществляться одним из следующих способов или их комбинацией:

- подачей звуковых и (или) световых сигналов во все помещения здания с постоянным или временным пребыванием людей;
- трансляцией текстов о необходимости эвакуации, путях эвакуации, направлении движения и других действиях, направленных на обеспечение безопасности людей;
- трансляцией специально разработанных текстов, направленных на предотвращение паники и других явлений, усложняющих эвакуацию;
- размещением эвакуационных знаков безопасности (далее – указателей) на путях эвакуации;
- включением эвакуационных знаков безопасности;

– связью пожарного поста-диспетчерской с зонами пожарного оповещения.

Действующее законодательство в области пожарной безопасности разделяет имеющиеся на территории Российской Федерации системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре на пять типов. Системы первых двух типов в качестве тревожного сообщения могут передавать только звуковой сигнал, а системы третьего, четвертого и пятого типов предусматривают передачу речевого сообщения.

Нет никакого сомнения, что информативность и эффективность применения речевого сообщения о чрезвычайной ситуации, произошедшей в здании, намного выше, чем простого звукового сигнала, поэтому системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре с возможностью передачи речевых сообщений занимают лидирующие позиции по эффективности оповещения и эвакуации и применяются на особо-важных и социально-значимых объектах защиты, а так же на объектах с массовым пребыванием людей. А системы четвертого и пятого типов оповещения, кроме того, предусматривают разделение здания на зоны пожарного оповещения, обеспечивают обратную связь зон оповещения с помещением пожарного поста-диспетчерской и имеют возможность реализации нескольких вариантов организации эвакуации из каждой зоны оповещения а так же координированное управление из одного пожарного поста-диспетчерской всеми системами здания, связанными с обеспечением безопасности людей при пожаре. Все вышеперечисленные функции безусловно делают эти системы очень важными и необходимыми для использования при эксплуатации зданий и сооружений.

**Список используемых источников:**

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изменениями и дополнениями). Глава 19. Требования к составу и функциональным характеристикам систем обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений.
2. Лужкин И.П. Основы безопасности жизнедеятельности. Санкт-Петербург, 1995.

---

© 2016, Ольховский О.А.

Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре – зачем она нужна?

---

© 2016, Olkhovskiy O.A.

Warning system and evacuation management of people during fire – why is it necessary?

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.232

Поступила (Received): 24.10.2016

**Орехова Т.Н., Уваров В.А., Краснов В.В.  
Современные технические средства, применяемые  
для смешения сухих многокомпонентных смесей**

**Orehova T.N., Uvarov V.A., Krasnov V.V.  
Modern technical equipment used for the mixing  
of dry multicomponent mixtures**

Важнейшей составной частью любого процесса смешения является механизм смесеобразования, то есть изменение порядка и последовательности действий перераспределения исходных компонентов в рабочем объеме камеры и получения оптимальной поверхности реагирующих веществ

**Ключевые слова:** смесь, смеситель, многокомпонентный материал

The most important part of any process of mixing is a mixing mechanism, that is, changing the order and consistency of redistribution of the initial components in the working volume of the chamber and the optimum surface of the reactants

**Key words:** mixture, mixer, multicomponent material

**Орехова Татьяна Николаевна**

Кандидат технических наук, доцент  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Orehova Tatyana Nikolayevna**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Уваров Валерий Анатольевич**

Доктор технических наук, профессор  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Uvarov Valeriy Anatolevich**

Doctor of Technical Sciences, Professor  
Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Краснов Владимир Владимирович**

Магистрант  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Krasnov Vladimir Vladimirovich**

Master  
Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

Смесеобразование представляет собой процесс получения нового материала из двух или нескольких исходных компонентов. Целью данного процесса является:

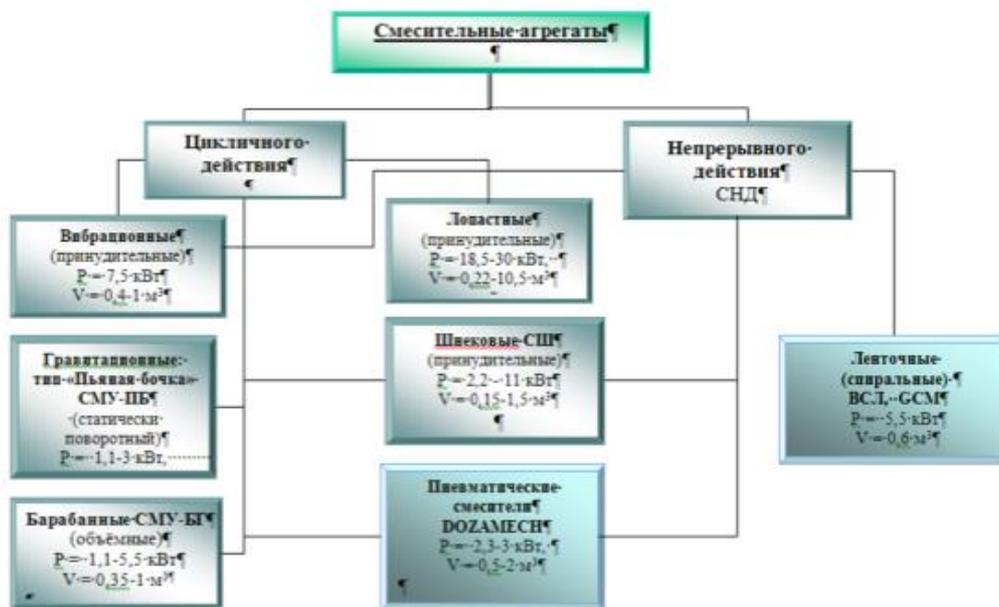
- получение принципиально новых материалов;
- придание материалам новых физико-химических свойств;
- интенсификация или замедление тепло – и массообменных, химических и биохимических процессов.

Поскольку свойства сыпучих материалов разнообразны, то в настоящее время разработана большая номенклатура видов смесительного оборудования. В зависимости от конструкции в рабочей камере смесителя могут преобладать следующие механизмы смешения: циркуляционный, объемный, диффузионный [1-3]. Основным элементом смесителя является камера гомогенизации, в которой расположены рабочие органы, перемещающие компоненты по пересекающимся траекториям.

В современной промышленности используются аппараты, эффект смешения в которых основан на различных физических воздействиях, например: механические, струйные, пневматические, статические, импульсные, вибрационные, ультразвуковые, магнитные и т.д. Различают два основных вида процесса смешения: периодический и непрерывный. На рис.1 показана классификация смесительных агрегатов для современных производств сухих многокомпонентных смесей.

Большую группу аппаратов представляют вибрационные смесители, их можно разделить на:

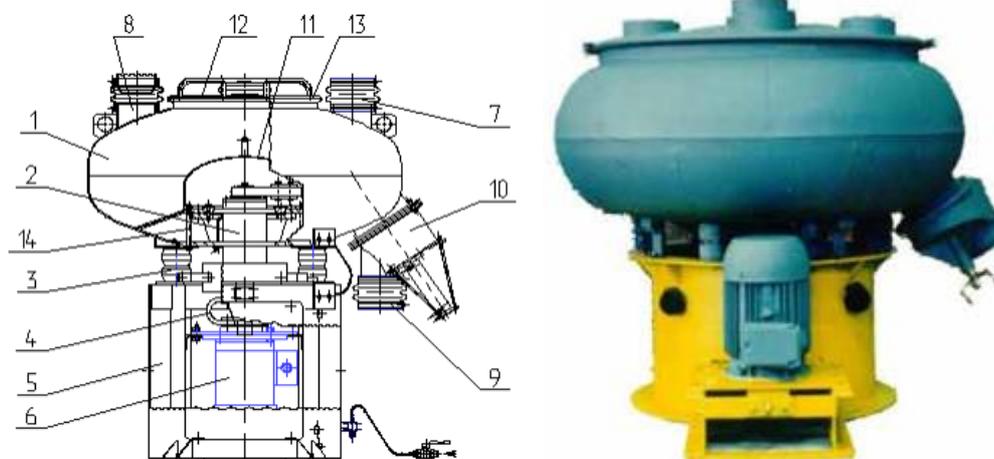
- циркуляционные смесители, в которых вибрация направлена на создание циркуляции смешиваемых компонентов;
- активационные смесители, в которых вибрация предназначена для активации процесса смешения путем наложения пульсаций на поток, движущейся в смесителе [4-7].



**Рис. 1. Классификация смесительных агрегатов для современных производств сухих многокомпонентных смесей**

Вибрационные смесители предназначены как для непрерывного, так и для периодического смешения сыпучих, порошкообразных и зернистых материалов, не пластичных материалов при температуре до 50°C. В вибросмесителях типа СМВ (рис. 2) используется пространственная трехкомпонентная вибрация. Вибросмесители такого типа отличаются свойственным только этим аппаратам

движением смешиваемых материалов в трех измерениях, когда частицы материалов участвуют в циркуляционном движении со всей массой материала, при этом совершают спиралеобразные движения, внутри тороидальной камеры смешения [8-10].



**Рис. 2. Смеситель вибрационный типа СМВ-0,4: 1 – камера; 2 – вибровозбудитель; 3 – виброизолятор; 4 – муфта; 5 – рама; 6 – двигатель; 7 – герметизатор; 8 – патрубок загрузки; 9 – патрубок разгрузки; 10 – клапан; 11, 12 – крышки; 13 – хомут; 14 – болт**

Вследствие этого взаимодействие между частицами материалов в аппаратах данного типа происходит весьма интенсивно, что позволяет ускорить процесс смешения и получить высокую однородность смеси в течение короткого промежутка времени, зависящего от процентного соотношения смешиваемых материалов и их физико-механических свойств. Объем смешиваемых материалов колеблется от 0,6 до 0,8 объема рабочей камеры. При процессе смешения не происходит дополнительного механического воздействия на смешиваемые продукты.

Вибрационный смеситель типа СМВ-0,4 обеспечивают надёжность, уменьшают эксплуатационные расходы. К недостаткам таких вибросмесителей можно отнести сравнительно большое время смешения, присутствие вредных для обслуживающего персонала вибрационных воздействий.

#### **Список используемых источников:**

1. Sharapov R.R., Agarkov A.M. Matrix Modeling of Technological Systems Grinding with Closed Circuit Ball Mill // *World Applied Sciences Journal*. 2013. Т. 24. №10. С. 1399–1403.
2. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015. Т. 10. № 12. С. 31341–31348.
3. Агарков А.М. Двумерные уравнения динамики потока воздуха в концентраторе // «Интерстроймех-2015» материалы международной научно-технической конференции. Казань, 2015. С. 7–11.
4. Агарков А.М. Зависимость величины проскока пыли от основных факторов насыпных клинкерных слоев // *Научный альманах*, 2015. № 3 (5). С. 111–115.
5. Агарков А.М. Направления совершенствования конструкций циклонных аппаратов // *Эпоха науки*. 2015. № 4. С. 89.
6. Агарков А.М. Прогнозирование характеристик циклонного элемента зернистого фильтра // *Научный альманах*. 2016. № 1-1 (15). С. 343–345.

7. Агарков А.М., Чеховской Е.И. Модернизация корчевателя непрерывного и позиционного действия с целью повышения качества корчевания // Научный альманах. 2016. № 4-3 (18). С. 19–21.
8. Орехова Т.Н., Агарков А.М., Голубятников А.А. Направления конструктивно-технологического совершенствования пневмосмесителей для производства строительных материалов // Научный альманах. 2015. № 3 (5). С. 124–127.
9. Романович А.А., Орехова Т.Н., Мещеряков С.А., Прокопенко В.С. Технология получения минеральных добавок // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2015. № 5. С. 188-192.
10. Уваров В.А., Орехова Т.Н. Анализ конструкций пневмосмесителей для производства сухих строительных смесей // Интерстроймех–2010. 2010. С. 91-96.

---

© 2016, Орехова Т.Н., Уваров В.А., Краснов В.В.  
Современные технические средства, применяемые  
для смешения сухих многокомпонентных смесей

---

© 2016, Orekhova T.N., Uvarov V.A., Krasnov V.V.  
Modern technical equipment used for the mixing of  
dry multicomponent mixtures

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.236

Поступила (Received): 23.10.2016

**Провоторский А.О.**  
**Роса – защищенная операционная система**

**Provotorskiy A.O.**  
**Rosa – the protected operating system**

*В статье описаны наиболее востребованные продукты для защиты персональных данных и секретной информации. Особое внимание уделено факторам, которые отражают несанкционированный доступ в критических ситуациях. Статья раскрывает плюсы и минусы операционных систем и рассматривает некоторые их особенности*

**Ключевые слова:** система, защита, персональные данные, информация

**Провоторский Александр Олегович**  
Студент  
Омский государственный технический университет  
г. Омск, пр. Мира, 11

*In article the most demanded products for protection of personal data and the classified information are described. Special attention is paid to factors which reflect illegal access in critical situations. Article opens pluses and minuses of operating systems and considers some of their features*

**Key words:** system, protection, personal data, information

**Provotorskiy Alexandr Olegovich**  
Student  
Omsk state technical university  
Omsk, Mira ave., 11

Программа импортозамещения активно набирает обороты в нашей стране. В свете недавнего обмена хакерскими атаками между РФ и Западом возникла необходимость создания отечественного аналога надежной операционной системы. Таковым стал дистрибутив Rosa Linux.

Принципы работы системы базируются на разработке обновлений и рабочих приложений широким кругом разработчиков. Достоинствами продукта должны стать собственная инфраструктура для разработки и тестирования открытого кода, выпуска обновлений и сборки защищенных систем в соответствии с требованиями регуляторов безопасности передачи и хранения данных.

Семейство операционных систем «Роса» включает в себя около десятка продуктов. Каждая из них соответствует потребностям конкретной категории граждан и учреждений. В частности, предлагаются такие разновидности общего назначения:

1. Fresh – для пользователей частного сектора;
2. Enterprise Desktop – для внедрения бизнес сред;
3. RELS – для корпоративных серверных станций;
4. Система Virtualization – для центров обработки данных.

Начать работу с системой может даже неподготовленный пользователь – дистрибутив содержит базовый функционал с набором программного обеспечения для конкретной модификации. Открытый код позволяет юзеру гибко настроить систему под свои нужды, а установка программного обеспечения выполняется крайне быстро.

Особенно разработчики позаботились о безопасности данных таких пользователей. Многоступенчатый антивирус и модуль выявления вредоносного кода вместе с интернет-фильтром мгновенно отсекают попытки хакеров похитить новые разработки или архив семейных покупок.

Группа продуктов РОСА «Кобальт» идеальное решение для организаций со средним уровнем конфиденциальности и учреждений, которые работают с персональными данными. Базовый функционал системы включает полнофункциональный пакет ведения дел и решения для обработки персональных данных.

Релиз имеет несколько ступеней защиты, включая датчики отпечатков пальцев и усиленное шифрование. Защита от несанкционированного доступа подчеркивается лицензионным антивирусным пакетом от Лаборатории Касперского. Высокая степень их надежности подтверждена сертификатом Федеральной службы по техническому и экспортному контролю.

Еще одно ключевое направление, которое защищает система Роса от посторонних глаз – особо секретные документы. Семейства «Хром» и «Никель» сертифицированы для использования в органах МВД, Министерства обороны и Федеральной службы Безопасности в соответствии требований для работы с государственной тайной.

Особенность этой системы – невозможность подключения неавторизированных устройств. При попытке авторизации стороннего компьютера модуль безопасности уничтожает все документы, к которым может получить доступ хакер за исключением зашифрованных баз резервного копирования, а сообщение о попытке взлома отправляется ответственному администратору для оперативного реагирования. Едва уровень угрозы снижается, модуль восстановления возвращает все содержимое на свои места.

Исходя из вышесказанного, остается порадоваться за достижения отечественных программистов. Ведь за 25 лет нынешних постсоветских реалий еще не удавалось создать настолько совершенную защищенную операционную систему. Теперь остается внедрить ее во всех учреждениях и домах нашей страны. Общество может спать спокойно, ведь все данные теперь под железным колпаком.

**Список используемых источников:**

1. Смирнов С.Н. Безопасность систем баз данных 2007. С. 338-347.
2. Почепцов Г.Г. Информационные войны. 2001. Ч. 1.
3. Расторгуев С.П. Информационная война. 2006. Ч. 2.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.238

Поступила (Received): 24.10.2016

**Самигуллина Р.Х., Назмиев А.И., Гараева А.Р., Гусамов Б.Р.  
Исследование влияния эксплуатационных факторов  
на надежность электрических машин**

**Samigullina R.H., Nazmiev.A.I., Garaeva A.R., Gusamov B.R.  
Study of the influence of operational factors  
on reliability of electrical machinery**

Одной из основных задач современного промышленного производства является повышение качества, конкурентоспособности и экономичности выпускаемой продукции, повышение ее надежности, снижение стоимости, материалоемкости и энергопотребления. Надежная работа электрооборудования является одним из основных факторов, определяющих стабильное электроснабжение объектов народного хозяйства. Анализ опыта эксплуатации показывает, что в результате несвоевременного выявления дефектов оборудования, увеличивается вероятность развития тяжелых аварий, возрастает объем проводимых ремонтных работ, сокращается срок его службы

**Ключевые слова:** надежность, вероятность безотказной работы (ВБР), отказ

**Самигуллина Равия Хавизовна**

Доцент

Казанский государственный энергетический университет

г. Казань, ул. Красносельская, 51

**Назмиев Айнур Илсурович**

Магистрант

Казанский государственный энергетический университет

г. Казань, ул. Красносельская, 51

**Гараева Альфия Ришатовна**

Магистрант

Казанский государственный энергетический университет

г. Казань, ул. Красносельская, 51

One of the main tasks of modern industrial production is to increase the quality, competitiveness and efficiency of products, increase its reliability, cost reduction, materials consumption and energy consumption. Reliable operation of electrical equipment is one of the main factors determining stable supply of objects of national economy. The analysis of operating experience shows that as a result of late detection of defects of equipment increases the likelihood of serious accidents increases the volume of repair work carried out, reducing its service life

**Key words:** reliability, probability of failure (FBG), failure

**Samigullina Raviya Havisovha**

Associate Professor

Kazan state power engineering university

Kazan, Krasnoselskaya st., 51

**Nazmiev Ainur Ilurovish**

Master

Kazan state power engineering university

Kazan, Krasnoselskaya st., 51

**Garaeva Alfiya Rishatovna**

Master

Kazan state power engineering university

Kazan, Krasnoselskaya st., 51

**Гусамов Булат Рафисович**

Магистрант

Казанский государственный энергетический университет

г. Казань, ул. Красносельская, 51

**Gusamov Bulat Rafisovich**

Master

Kazan state power engineering university

Kazan, Krasnoselskaya st., 51

Одной из основных задач современного промышленного производства является повышение качества, конкурентоспособности и экономичности выпускаемой продукции, повышение ее надежности, снижение стоимости, материалоемкости и энергопотребления. Особое влияние на решение этой задачи оказывает надежность работы электродвигателей, используемых в различных отраслях промышленности качестве приводных механизмов.

Надежная работа электрооборудования является одним из основных факторов, определяющих стабильное электроснабжение объектов народного хозяйства. Анализ опыта эксплуатации показывает, что в результате несвоевременного выявления дефектов оборудования, увеличивается вероятность развития тяжелых аварий, возрастает объем проводимых ремонтных работ, сокращается срок его службы.

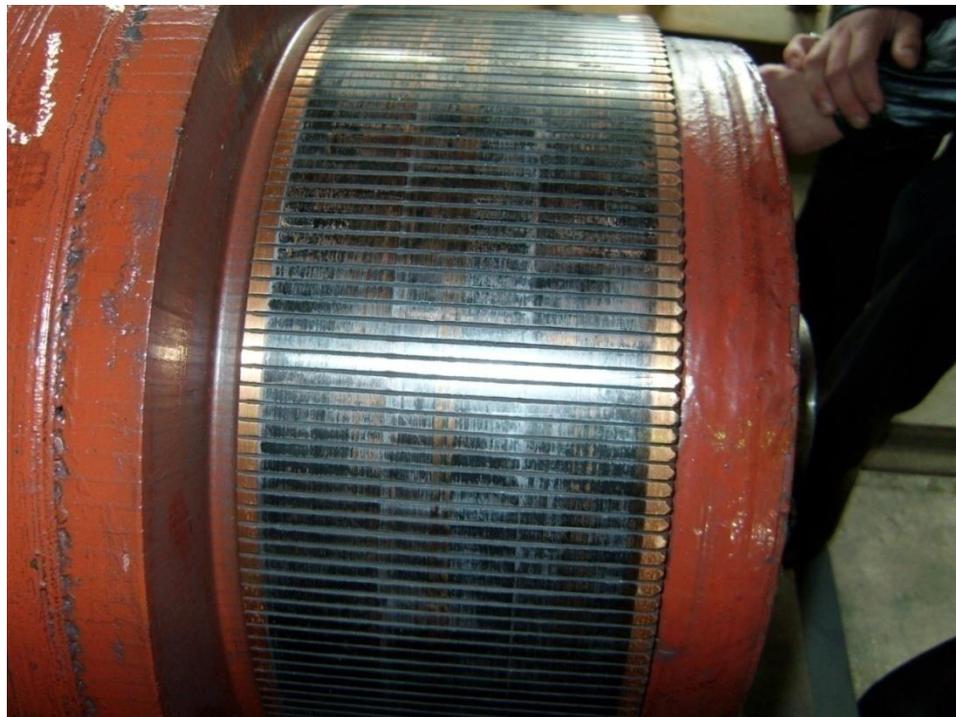
Анализ причин отказов электрических машин дает следующую информацию. Из общего числа поврежденных электродвигателей примерно 78% ремонтируется и 22% заменяются резервными. Типы аварий включают пробой и короткое замыкание на землю (28%), электрические неисправности (32%) и механические повреждения (31%). В большей части повреждения проявляются в изоляции обмоток (50%) и подшипниковых узлах (29%). В качестве причин аварий можно выделить: пробой изоляции (30%), перегрев (26%) и механические повреждения (20%). Причины аварий вызваны нормальным физическим старением и износом (34%), неудовлетворительной смазкой (15%), повышенной влажностью (10%), неисправностями, обнаруженными во время осмотра (30%). Ответственность за аварии ложится на недостаточное профилактическое обслуживание (17%), неправильное применение (9%), завод изготовитель (15%), отсутствие профилактического обслуживания (2%).

Как показывает анализ, большое число выходов из строя тяговых двигателей связано с пробоем изоляции. Причины – перегрузки и перегрев, коммутационные перенапряжения и др. Кроме того, увеличивается число отказов тяговых двигателей из-за пробоя изоляции в периоды года, когда сильно возрастает вероятность увлажнения обмоток.

В процессе эксплуатации изоляция электрической машины часто работает в тяжелых условиях внешних воздействий. Разрушение изоляции происходит в результате нагрева, механических усилий (вибрация, давление, удары и т.д.), влияния влаги, агрессивных сред и других факторов.

На процесс изменения и разрушения изоляции оказывают влияние повышенные механические усилия при переходных процессах, вибрация, перенапряжения, перегрузки по току. В процессе изготовления могут появиться участки с пониженной электрической прочностью. Это связано с изготовлением стержней обмоток с размерами, выходящими за пределы допуска, что приводит к повреждению изоляции при укладке обмотки в пазы.

Влияние повышенной температуры на надежность работы электротехнических устройств проявляется в самых разнообразных формах: образуются трещины в изоляционных материалах, уменьшается сопротивление изоляции, а значит, увеличивается опасность электрических пробоев, нарушается герметичность (начинают вытекать заливочные и пропиточные компаунды).



*Рис. 1. Фотография межвиткового пробоя*

Под воздействием повторных нагрузок могут наступить усталость материала и его полное или частичное разрушение.

Появление трещин приводит не только к уменьшению механической прочности, но и к образованию частичных разрядов в полостях изоляции, вызывающих перераспределение напряжения по толщине изоляции.

В эксплуатационных условиях интенсивность воздействий часто меняется. Динамика воздействий влияет на процесс повреждения изоляции. Обычно основным воздействием, приводящим к повреждению изоляции, является тепловое воздействие.

Повреждение изоляции, из-за нагрева около очагов разрядов, способствует созданию условий для электрического и теплового пробоев.

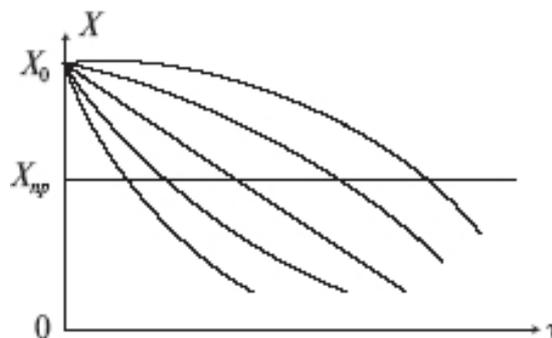
Высокие температуры вызывают механические и электрические повреждения элементов электротехнического устройства, ускоряя его износ и старение. Характер этого снижения определяется начальными свойствами, напряженным состоянием материала, интенсивностью воздействия внешних факторов.

Лобовые части обмоток крупных электрических машин наибольшей опасности подвергаются при переходных процессах. Большие ударные токи могут вызвать разрывы бандажей, деформацию частей обмотки, появление трещин и вмятин в изоляции.



**Рис. 2. Фотография повреждения лобовой части**

Во всех случаях старение материалов представляет собой необратимый процесс. В общем виде процесс снижения свойств материалов может быть представлен некоторыми кривыми (рис. 3).



**Рис. 3. Схема снижения свойств материалов в процессе старения**

В период нормальной эксплуатации отказы в работе обычно носят случайный характер. Появление отказа, связаны с определенными физическими и физико-химическими процессами, происходящими в материалах и конструкции на разных этапах его жизни.

Частые перегрузки, отклонения от режимов работы, на которые рассчитан электродвигатель, увеличивают вероятность отказа. В этот период важнейшее значение имеет техническое обслуживание и своевременное устранение отклонений от нормальных условий работы.

Задача исследования заключается в выборе достоверного метода диагностики и прогнозирования периода нормальной эксплуатации оборудования.

**Список используемых источников:**

1. Галушко А.И., Максимова И.С. Надежность изоляции электрических машин. М.: Энергия 1979. 176 с.
2. Колесников С.В. Повышение надежности электродвигателей трамваев. Волгоград: Издатель, 2003. 136 с.
3. Кузнецов Н.Л. Надежность электрических машин. 2006. 432 с.
4. Самигуллина Р.Х., Баженов Н.Г., Моисеева Р.Р., Зацаринная Ю.Н. Проблемы повышения надежности электрических машин // Вестник Казанского технологического университета. Т. 17. № 20. 2014. С. 117.

---

© 2016, Самигуллина Р.Х., Назмиев А.И., Гараева А.Р., Гусамов Б.Р.

Исследование влияния эксплуатационных факторов на надежность электрических машин

---

© 2016, Samigullina R.H., Nazmiev.A.I., Garaeva A.R., Gusamov B.R.

Study of the influence of operational factors on reliability of electrical machinery

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.243

Поступила (Received): 29.10.2016

**Сачмук Е.В., Давыдов С.А.**  
**Электронные учебники. Будущее образования**

**Samchuk E.V., Davydov S.A.**  
**Electronic textbooks. The future of education**

**Ключевые слова:** электронные учебники, образование, обучение, учеба, педагогика, наука

**Key words:** digital textbooks, education, teaching, learning, pedagogy, science

**Самчук Егор Владимирович**

Студент  
Тульский университет  
г. Тула, ул. Рязанская, 1

**Samchuk Egor Vladimirovich**

Student  
Tula university  
Tula, Ryazanskaya st., 1

**Давыдов Сергей Александрович**

Кандидат технических наук, доцент  
Тульский университет  
г. Тула, ул. Рязанская, 1

**Davydov Sergey Aleksandrovich**

Candidate of Engineering Sciences, Associate  
Professor  
Tula university  
Tula, Ryazanskaya st., 1

Новые понятия «цифрового образования» и «смарт образования» пока дискутируются, однако имеется важный материал международных исследований, который обобщен в ряде публикаций, выложенных в открытом доступе на официальном сайте ИИТО ЮНЕСКО <http://ru.iite.unesco.org/publications>. Проблема разворачивания цифрового образования в разных странах, в том числе в регионах России, уже имеет подходы и решения, о которых можно говорить, как о состоявшихся инновационных направлениях развития цифровой педагогики – педагогики информационного общества.

Цифровая школа – это объективная трансформация системы общего образования в условиях формирования новой цифровой цивилизации. Мы стоим на пороге перемен и участвуем в процессах становления новой системы образования в мире – цифрового образования. Можно наблюдать за этим процессом как вызовом времени, а можно быть проектировщиком цифрового образования как заказа информационного общества на перемены в социальных институтах – одним из которых является школа. Смарт – означает «умный», а смарт образование – это автоматизированный, управляемый и доступный из любой точки образовательный процесс – сложнейшая система для встраивания в школу. Смарт образование интегрирует в себе новые понятия цифровой педагогики:

- открытые образовательные ресурсы (OOR);
- массовые открытые онлайн курсы (MOOC);
- учебные платформы (Learning Management System/ LMS);

- электронные учебники (smart book/ e-book);
- электронные библиотеки (e- library);
- открытые лицензии (например, СС лицензии);
- мобильное обучение;
- облачные образовательные системы и Интернет-сервисы (Web 3.0);
- цифровые видеокommunikации;
- глобальные медиа;
- автоматизированные системы управления образовательными организациями (например, АСУ школ, «умные системы»);
- электронные портфолио и личные электронные кабинеты.

Учителя в партнерстве с семьей – это люди, которые непосредственно встраивают инновации смарт образования в учебный процесс. Роль семьи в процессе проектирования смарт образования очень значима, поскольку особенностью цифровой школы территории является ее проникновение в семью, всеохватность цифровыми ресурсами и доступом к ним всех сфер деятельности ребенка дома и в любом месте его пребывания. Следует отметить как высочайшую готовность учителей школ в стране к работе с объектами смарт образования, так и уже состоявшийся заказ семьи на смарт образование. В каждой школе на сегодня имеется более половины педагогов, которые уже используют элементы цифровой образовательной среды и озадачены замедлением темпов внедрения смарт объектов в образовательный процесс. Такая готовность школ – залог системного хорошего результата. Дело за готовностью самих объектов смарт образования и управленческого ядра в территориях конструктивно относиться к новациям – а не ждать.

На федеральном уровне есть решения и предложения . Дело за территориями и в части выбора стратегий, моделей и систем цифровой школы, и в части их интеграции в образовательные организации повсеместно в территории, а не в отдельные пилоты. Время отдельных пилотов закончилось. С момента старта ФЦП РЕОИС – глобальной программы информатизации образования в России в 21 веке, которая стартовала в 2001 году, уже прошло 15 лет, то есть прошел цикл поколения обучения, а это означает, что так или иначе каждый регион получил возможность за 15 лет построить и апробировать пилоты цифровой школы. Отсюда и подходы в проектировании смарт образования:

- развитие, глобализация и смарт-управление ресурсами цифровой школы через облачные сервисы, в том числе персонифицированные, в регионе: электронный дневник для всех школ территории – единая среда управления диагностикой достижений учащихся, электронные учебники как контентная система – единый центр доступа к ним в территории, причем в интеграции с электронным дневником; открытый образовательный контент и его освоение учащимися; АСУ школ территории – как единый механизм материально-технического и финансового учета, глобальная цифровая видеосеть обучения – массовые открытые онлайн курсы в облаке региона в интеграции с университетами для детей и педагогов, в первую очередь разнообразные внеурочные курсы, доступные для развития творчества, научно-исследовательской деятельности в зонах интересов детей;

– внедрение разных моделей доступа к ресурсам цифровой школы территории: «один к одному» (требует оснащение каждого ученика мобильным компьютерным устройством), «один – многим» (учитель – группе детей, требуется доступ к portalу образования – курсам и видеосервисам для всех детей по расписанию – интерактивный образовательный канал, может быть кластерное распределение по муниципалитетам/ школам/ группам учеников), «многие – одному» – это возможность любого ребенка в территории получать консультации у множества наставников, тренеров, тьюторов, такие дистанционные сервисы уже построены для школьников с ограниченными возможностями здоровья, однако требуется их развитие и распространение для всех детей по потребностям – эта модель реально реализует индивидуальные траектории для детей, поскольку позволяют ребенку выбрать – у кого учиться; и наконец, «многие – многим» – это сеть образовательных творческих сообществ в территории на основе объединения удаленных пользователей – детей и взрослых: библиотек, клубов, олимпиад, сетевых студий, интеллектуальных сетевых школ, Интернет-вернисажей, глобальных медиа и пр. Пока такие сетевые творческие сообщества развиваются стихийно, им нужно выделить место в региональном веб-пространстве, например, создать «единое окно», чтобы все дети и педагоги могли пользоваться ими напрямую;

– системная интеграция и стратегическое управление цифровыми школами и ресурсами цифрового образования – это стержень smart образования в регионе. Системная интеграция рассматривается как платформа цифрового образования и может иметь свою модель развития (проекцию) в разных странах мира и в разных глобальных территориях в стране. Рождающаяся в настоящее время, причем скорость ее роста колоссальная, пока она формируется стихийно в части процедур встраивания в территории. Платформа цифрового образования включает в себя комплекс системных решений в цифровой среде: банки учащихся и педагогов, коллекции учебных материалов, среду образовательной коммуникации, средства управления учебным процессом, подсистемы финансового и материально-технического учета, среду образовательной диагностики и аналитики, среду творческого портфолио участников образовательного процесса. Нужна стратегия ее конструирования с возможностью объединения подсистем по общим технологическим требованиям. А пока нужно проанализировать: что выбрать из набора системных решений, как сложить выбранные конструкты в единую платформу smart образования, как обеспечить ее функционирование как глобальной доступной образовательной среды в территории. Эта глобальная платформа цифрового образования в территории позволит проводить стратегический анализ: увидеть рейтинги востребованности ресурсов, то есть получить «полосковый код» образовательной активности детей и педагогов в разных сервисах и строить на основе этого анализа перспективные траектории развития или модернизации цифровой школы в регионе, а также параллельно определять реальный заказ на повышение квалификации педагогов по конкретным направлениям.

Интегратором моделей смарт образования может стать региональный центр образовательной аналитики, например, институт развития образования в интеграции с институтом повышения квалификации педагогов.

Открытое образование – доступная глобальная образовательная среда. В рамках продвижения идей цифрового образования особую роль играет понятие доступности ресурсов смарт образования, то есть их открытости и бесплатного доступа для всех желающих, при этом важнейший акцент делается на проблеме качества открытых образовательных ресурсов в пространстве Web 3.0, основанном на облачных и мобильных технологиях. Эта идея позиционирована в понятии глобальной «сети знаний», как основной цели разворачивания доступной среды цифрового образования в информационном обществе, объединяющем (связывающем) различные образовательные ресурсы в глобальной сети, открытом для творчества его граждан, в том числе и в образовательном кластере и в глобальных медиа. Несомненно, что сформировать готовность педагогов к работе и к творчеству в глобальной сети знаний – одна из важнейших задач современной цифровой педагогики.

В связи с этим высока потребность в массовых открытых онлайн курсах по новым ИКТ компетентностям учителей в цифровой школе. Данными вопросами занимается Институт по информационным технологиям в образовании ЮНЕСКО.

Рынок электронных книг преодолел этим летом очень важный этап, это случилось в тот день, когда Amazon сообщил, что в первый раз, продажа ее электронных книг Kindle обогнала продажу книг в твердом переплете. Тем не менее, к сожалению, рост популярности электронных книг до сих пор не приводит к увеличению их продаж в категории, в которой бы хотелось, что бы он действительно динамично рос: в категории электронных учебников. Хотя миллионы учеников средних школ и студентов уже пошли в свои классы и аудитории, недавнее исследование, проведенное Национальной ассоциацией участников электронной торговли определило, что цифровые учебники представляют лишь не более 2 – 3 процентов от общего объема продаж учебников.

Еще одной компании, специализирующийся на электронных учебниках Course Smart, удалось сделать большой скачок в последние два года, как в сфере продаж так и в количестве доступных наименований, в то время как, например, Google продолжает развивать обширную библиотеку классических текстов, особенно тех, которые уже не защищены авторским правом. Независимо от текущего немного заторможенного состояния рынка электронных учебников, стоит все же надеется, что продавцы смогут найти оптимальный способ сделать работу устройств и учебников, читаемых ими, наиболее удобной для конечного пользования. Даже если продукт будет все еще не идеален, электронные учебники все равно будут иметь многие уникальные преимущества по сравнению с традиционными печатными изданиями, например, в категории более дешевой цены.

Это качество по достоинству сможет оценить каждый!

**Список используемых источников:**

1. URL: <http://edu.msyst.org/elektronnye-uchebniki/>
2. URL: <https://www.studsell.com/view/206174/>
3. URL: <http://sibac.info/studconf/hum/xxxvii/43753>
4. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Электронный\\_учебник](https://ru.wikipedia.org/wiki/Электронный_учебник)

---

© 2016, Сачмук Е.В., Давыдов С.А.  
Электронные учебники. Будущее образования

---

© 2016, Samchuk E.V., Davydov S.A.  
Electronic textbooks. The future of education

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.248

Поступила (Received): 11.10.2016

**Селина Н.Г., Кораблина С.Ю., Зайцева Д.Р.,  
Проخورов В.Т., Михайлов А.Б., Осина Т.М., Тихонова Н.В.  
Поиск эффективных решений по изготовлению  
комфортного экипировки военнослужащим Арктики**

**Selina N.G., Korablina S.Yu., Zaitseva D.R., Prokhorov V.T.,  
Mikhailov A.B., Osina T.M., Tikhonova N.V.  
The search for effective solutions for the production  
of comfortable equipment to servicemen of the Arctic**

*Статья обобщена программного обеспечения для обоснованного выбора пакета материала при изготовлении костюма и аксессуаров военнослужащих Арктики. Анализ программного продукта подтвердил его эффективность для оценки свойств исследуемых материалов формирующих пакеты для изготовления костюма и всех сопутствующих военнослужащим Арктики*

*The article summarizes the software for a reasonable choice of the package material in the manufacture of costume and accessories of the military personnel of the Arctic. Analysis of software product confirmed its effectiveness to evaluate the properties of the investigated materials forming the packs for the manufacture of the suit and all related military personnel in the Arctic*

**Ключевые слова:** программное обеспечение, пакеты материалов, аксессуары

**Key words:** software packages, accessories, associated costume

**Селина Надежда Геннадьевна**  
Аспирант

Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)  
г. Шахты-500, ул. Шевченко, 147

**Selina Nadezhda Gennadevna**  
Graduate

Institute of the service sector and enterprise (branch)  
Shakhty-500, Shevchenko st., 147

**Кораблина Светлана Юрьевна**

Кандидат технических наук, доцент, зам. директора  
Федеральное бюро медико-социальной экспертизы;  
Казанский национальный исследовательский технологический университет  
г. Шахты-500, ул. Шевченко, 147

**Korablina Svetlana Yurievna**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Director  
Federal medical-social expertise bureau;  
Kazan state technological university  
Shakhty-500, Shevchenko st., 147

**Зайцева Дарья Романовна**

Студент  
Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)  
г. Шахты-500, ул. Шевченко, 147

**Zaitseva Daria Romanovna**

Student  
Institute of the service sector and enterprise (branch)  
Shakhty-500, Shevchenko st., 147

**Прохоров Владимир Тимофеевич**

Доктор технических наук, профессор  
Института сферы обслуживания и  
предпринимательства (филиал)  
г. Шахты-500, ул. Шевченко, 147

**Михайлов Андрей Борисович**

Кандидат физико-математических наук, доцент  
Института сферы обслуживания и  
предпринимательства (филиал)  
г. Шахты-500, ул. Шевченко, 147

**Осина Татьяна Матвеевна**

Кандидат технических наук, доцент  
Института сферы обслуживания и  
предпринимательства (филиал)  
г. Шахты-500, ул. Шевченко, 147

**Тихонова Наталья Васильевна**

Доктор технических наук, профессор  
Федеральное бюро медико-социальной экспертизы;  
Казанский национальный исследовательский  
технологический университет  
г. Шахты-500, ул. Шевченко, 147

**Prokhorov Vladimir Timofeevich**

Doctor of Engineering Sciences, Professor  
Institute of the service sector and enterprise  
(branch)  
Shakhty-500, Shevchenko st., 147

**Mikhailov Andrey Borisovich**

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,  
Associate Professor  
Institute of the service sector and enterprise  
(branch)  
Shakhty-500, Shevchenko st., 147

**Osina Tatiana Matveevna**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Institute of the service sector and enterprise  
(branch)  
Shakhty-500, Shevchenko st., 147

**Tikhonova Natalya Vasilievna**

Doctor of Engineering Sciences, Professor  
Federal medical-social expertise bureau;  
Kazan state technological university  
Shakhty-500, Shevchenko st., 147

Теплозащитные свойства теплоизолирующей одежды определяются толщиной пакета материалов, большая доля в формировании которой принадлежит утепляющему слою. В процессе производства и при эксплуатации изделия в результате воздействия комплекса разрушающих факторов происходит изменение толщины утепляющего слоя. Величина утонения утеплителя зависит от его упругих свойств, условий и видов технологических и эксплуатационных воздействий.

Эффективное соотношение функциональность – комфорт теплозащитной одежды в качестве одной из важнейших характеристик качества начали использовать сравнительно недавно. Это произошло, благодаря именно совершенствованию теплозащитной одежды для экстремальных нештатных ситуаций и, прежде всего, в совершенствовании армейской амуниции. Основные функции армейской одежды связаны с защитой от различных рисков, опасностей. А в условиях Арктики защита от переохлаждения стоит на первом месте. Теплозащитная одежда в этих условиях должна быть еще и эргономичной. При изготовлении теплозащитной одежды комфортности уделяется недостаточное внимание. Больше обращают внимание на высокую и разнообразную функциональность. В основу развития современной теплозащитной одежды положен принцип равенства соотношений функциональность и комфорт.

Функциональность – способность выполнять определенные функции, практическая полезность и удобство.

Комфорт (англ. comfort) – бытовые удобства, уют. Если принцип равенства функциональности и комфорта теплозащитной одежды не соблюдать, то человек будет испытывать в такой одежде, особенно при физических нагрузках, тепловой стресс, терять работоспособность. Существует множество определений,

слова «комфорт»; для теплозащитной одежды подходит следующее – совокупность благоприятных условий окружающей среды (одежда, пододежное пространство), при которых психические и физиологические функции человека находятся в состоянии наименьшего напряжения. Можно на качественном уровне сказать, что комфорт – это то, как себя чувствует человек в определенных условиях.

Актуальность проблемы создания костюма для защиты от холода подтверждают многочисленные исследования в этой области, проведенные отечественными и зарубежными учеными. В настоящее время одним из направлений разработки костюма для условий Арктики является область профессиональной одежды, в частности, одежды для нужд федеральных органов власти. Выживание в полярных регионах на прямую зависит от температуры тела потребителя, точнее, ее сохранение. А это возможно только с помощью костюма.

Первое требование к костюму в условиях Арктики – многослойность. Верхний слой должен быть влагостойким, средний слой содержать шерстяные волокна (желательно), либо синтетические, внутренний слой костюма с хорошими воздухопроницаемыми свойствами. Требование второе – костюм должен быть комфортным. Это обеспечивается достаточной циркуляцией воздуха и не провоцирует перегревание тела военнослужащего.

Правильный выбор материалов для многослойного пакета гарантирует выпуск продукции высокого качества с предварительно заданными свойствами для военнослужащих Арктики. В качестве объекта исследования была выбрана куртка теплозащитная для рядового военнослужащего, находящегося в экстремальных условиях Арктики. При выборе пакетов материалов для исследования учитывались физико-механические, теплофизические характеристики материалов, сведения о специфике эксплуатации данной одежды, которые были получены из открытых литературных источников. В таблице 1 приведены пакеты материалов для теплозащитной куртки, изготовленной из полимерных материалов импортного производства. В таблице 2 приведены пакеты материалов для теплозащитной куртки, изготовленной из полимерных материалов отечественного производства.

**Таблица 1, Характеристика пакета импортных полимерных материалов для производства куртки**

Модель	Материалы пакета	Толщина, мм	Суммарное тепловое сопротивление $R_{\text{сум}}$ , $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , $\text{Вт} / \text{м} \cdot \text{°C}$
Модель 1	Ткань синтетическая (100% ПЭ)	1,6	0,038	0,042
	Утеплитель Promaloft	12,0	0,353	0,033
	Ткань подкладочная	0,76	0,0195	0,039
Модель 2	Ткань синтетическая (100% ПЭ)	1,6	0,038	0,042
	Утеплитель «Холлофан» 2 слоя	12,0	0,33	0,036
	Ткань подкладочная	0,76	0,0195	0,039
Модель 3	Ткань синтетическая (100% ПЭ)	1,6	0,038	0,042
	Утеплитель «Комбишерсть» «250+150»	12,0	0,364	0,33
	Ткань подкладочная	0,76	0,0195	0,039

Пакеты материалов были выбраны в соответствии с требованиями к теплозащитной одежде и применяемых материалов для её изготовления. При составлении пакетов учитывалось назначение каждого слоя и теплофизических характеристик материалов.

**Таблица 2. Характеристика пакета отечественных полимерных материалов для производства куртки**

Мо-дель	Материалы пакета	Тол-щина, мм	Суммарное тепло-вое сопротивле-ние $R_{\text{сум}}$ , $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$	Коэффициент теп-лопроводности $\lambda$ , $\text{Вт} / \text{м} \cdot \text{°C}$
Мо-дель 1	Мембранная ткань	3,5	0,570	0,006
	Синтепон (100% ПЭ)	15	0,0430	0,035
	Флис	1,2	0,031	0,039
Мо-дель 2	Ткань ПЭ (арт. 06617-кв)	2,1	0,057	0,040
	Утеплитель Termofinn Micro	15	0,701	0,036
	Ткань подкладочная вискозно-комплексная	0,6	0,014	0,044
Мо-дель 3	Ткань смесовая (67% ПЭ + 33% ХЛ)	1,8	0,044	0,041
	Полотно прошивное «шерстон» 2 слоя (80% ПЭ + 20% шесрсти)	20	0,704	0,038
	Ткань подкладочная арт. 32013	0,69	0,014	0,049

Основными критериями комфортности одежды приняты: температура кожи, которая не должна быть ниже  $33,3^{\circ}\text{C}$ , и температура пододёжного пространства должна быть не ниже  $34^{\circ}\text{C}$  [1] то есть, микроклимат пододёжного пространства является показателем её комфортности, в том числе при воздействии на неё низких температур. Для человека не безразлично, какая часть тела охлаждается больше при сохранении суммарной теплоотдачи, например, сильное охлаждение ног не может быть полностью компенсировано нагреванием другой части тела без нарушения чувства комфортности человека [1]. Поэтому, так важно разработать математическую модель для обоснования выбора пакета материалов с целью создания комфортности человеку с учётом величины и продолжительности воздействия на него низких температур.

Основными факторами, влияющими на температуру пододёжного пространства при построении математической модели, являются температура окружающей среды, теплообразование тела, теплофизические свойства материалов, составляющих пакеты одежды, форма этих пакетов и теплоотдача с внешней поверхности одежды в окружающую среду.

В основу концепции математической модели положено представление одежды, как совокупности многослойных пакетов материалов различной формы и состава [3].

Анализ существующих математических моделей теплового состояния человека в условиях влияния факторов окружающей среды позволяет предположительно определить форму элементов человеческого тела, которое можно разделить на следующие участки: голова – шар; руки, ноги – цилиндры; туловище – набор эллиптических цилиндров – это в грубом приближении [3].

Решение задачи сводится к нахождению такого сочетания толщины пакета на отдельных участках модели, которая реализует минимум потока тепла с её поверхности при ограничении на объём массы пакета. В классическом подходе такое уравнение нормировки по массе утеплителя учитывает толщину утеплителя для всего геометрического образа пакета [4].

Таким образом, можно сделать вывод, что с помощью предложенной математической модели можно оптимизировать выбор материалов для изготовления теплозащитной одежды.

Рассмотрим задачу о распределении температуры в деталях одежды, представляющих собой цилиндрическую многослойную поверхность [5,6] :

$$\frac{\partial T_i}{\partial t} = a_i \left( \frac{\partial^2 T_i}{\partial r_i^2} + \frac{1}{r_i} \frac{\partial T_i}{\partial r_i} \right) + \frac{q_{iv}}{c_i \rho_i} \quad (1)$$

С краевыми условиями:

$$T_1(0, t) \neq \infty; \lambda_n \frac{\partial T_n}{\partial r_n}(R_n, t) + \alpha(T_n(R_n, t) - T_c) = 0; \quad (2)$$

$$T_{i-1}(R_{i-1}, t) = T_i(R_{i-1}, t); \lambda_{i-1} \frac{\partial T_{i-1}}{\partial r_{i-1}}(R_{i-1}, t) = \lambda_i \frac{\partial T_i}{\partial r_i}(R_{i-1}, t) \quad (3)$$

Начальные условия  $T_i(r_i, 0) = f_i(r_i)$ , где  $t$  – время;  $T_i$  – температура  $i$ -го слоя;  $i = 1 \dots n$ ;  $T_c$  – температура окружающей среды;  $c_i$  – коэффициент теплоемкости  $i$ -го слоя;  $a_i$  – коэффициент температуропроводности  $i$ -го слоя;  $\rho_i$  – плотность  $i$ -го слоя;  $\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности  $i$ -го слоя;  $q_{iv}$  – объемная плотность теплового потока  $i$ -го слоя;  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи с поверхности кожи или защитного слоя (волосы, шапка);  $f_i(r_i)$  – начальная температура  $i$ -го слоя.

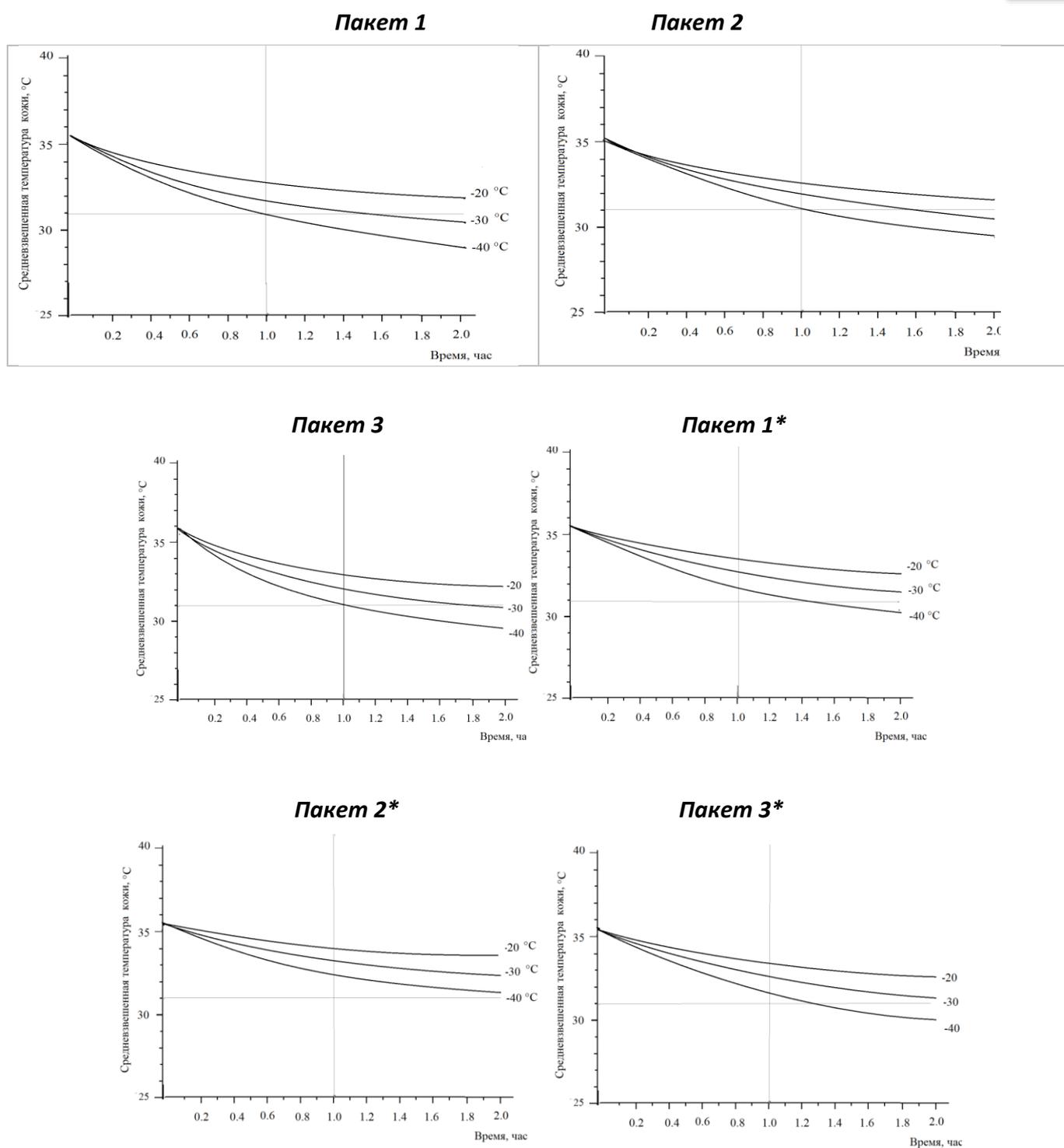
Для примера были рассмотрены пакеты материалов для комплекта теплозащитной одежды, представленные в таблицах 1 и 2.

При расчёте учитывались следующие факторы:

- толщина слоёв материалов в пакете;
- коэффициент теплопроводности и температуропроводности материалов пакета;
- плотность теплового потока, поступающего от тела;
- температура окружающей среды;
- начальная температура пакета материалов;
- коэффициент теплоотдачи с внешней поверхности пакета в окружающую среду;
- наличие дополнительной прослойки в виде теплозащитного белья и шерстяного свитера.

При расчёте учитывалось так же то, что человек имеет соответствующую теплозащиту ног, рук и головы. То есть, одет в соответствии с климатическими условиями.

Для проверки безопасности теплозащитной куртки можно также использовать еще одну теплофизическую характеристику – плотность теплового потока, который показывает скорость прохождения теплового потока на единицу площади.



**Рис. 1. Результаты расчетов для пакетов, состоящих из импортных – 1,2,3 и отечественных – 1\*,2\*,3\* материалов для производства куртки**

Результаты расчётов представлены на рисунках 1 – для материалов импортного производства для пакетов 1, 2, 3 и на рисунке для пакетов 1\*, 2\*, 3\* – для материалов отечественного производства. На рисунке 1 приведена зависимость средневзвешенной температуры кожи тела человека от времени нахождения его при низких температурах (-20°; -30°С; -40°С). Из приведённых рисунков видно, что при начальной средневзвешенной температуры кожи +36°С для всех пакетов материалов наблюдается резкое падение температуры тела при температуре воздуха -20°С, -30°С, -40°С. Однако, для пакетов материалов № 3 и

3\* и при температуре воздуха -20°C, -30°C тенденция к снижению средневзвешенной температуры кожи уменьшается, то есть человек одетый в теплозащитную одежду составленную из материалов пакета № 3 и 3\* не будет ощущать дискомфорт в течении двух часов. А при -40°C пакет № 3 показывает удовлетворительные результаты в течении одного часа, а пакет № 3\* в течении двух часов [7].

Таким образом, оправдано использовать при производстве костюма для военнослужащих отечественные материалы [4,5,6,7].

В работе рассматривается процесс охлаждения поверхностных тканей колена и локтя человека при воздействии на него низких температур. Характеристика материалов приведена в таблице 3.

**Таблица 3. Характеристика пакетаматериалов для защиты локтевых и коленных суставов**

Мо-дель	Материалы пакета	Толщина, мм	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/м·°C
Пакет 1	х\б белье	0,9	0,044
	Шерсть свитер или штаны	2,4	0,027
	Нейлон-подкладка	1,6	0,042
	Тинсулейт-утеплитель (1 слой)	6,0	0,044
	Arctic-tech -внешний слой (85% ПЭ+15% х/б)	1,8	0,041
	Arctic-tech (наколенник или налокотник)	1,8	0,041
Пакет 2	Термобелье	1,76	0,039
	Шерсть свитер или штаны	2,4	0,027
	Нейлон-подкладка	1,6	0,042
	Тинсулейт-утеплитель (21 слоя)	12	0,036
	Arctic-tech -внешний слой	1,8	0,041
	Пористая резина -демпфер	2,2	0,027
	Arctic-tech (накладной карман)	1,8	0,041

Для описания была построена математическая модель в виде краевой задачи, приведенная выше [5,6].

Решение задачи находится в следующем виде

$$T_i(r_i, t) = \sum_{k=1}^{\infty} D_k(t) X_{k,i}(r_i), \tag{4}$$

где  $X_{k,i}(r_i) = \frac{1}{r_i} \left( A_i \sin \left( \frac{\mu_k r_i}{\sqrt{a_i}} \right) + B_i \cos \left( \frac{\mu_k r_i}{\sqrt{a_i}} \right) \right)$  – собственные функции соответствующей краевой задачи:

$$\frac{\partial^2 X_i}{\partial r_i^2} + \frac{2}{r_i} \frac{\partial X_i}{\partial r_i} + \frac{\mu^2}{a_i} X_i = 0, \tag{5}$$

$$X_1(0, t) \neq \infty; \lambda_n \frac{\partial X_n}{\partial r_n}(R_n) + \alpha X_n(R_n) = 0; \tag{6}$$

$$X_{i-1}(R_{i-1}) = X_i(R_{i-1}); \lambda_{i-1} \frac{\partial X_{i-1}}{\partial r_{i-1}}(R_{i-1}) = \lambda_i \frac{\partial X_i}{\partial r_i}(R_{i-1}). \tag{7}$$

Анализ полученных результатов подтвердил эффективность программного продукта для обоснованного выбора пакета материалов для накладных деталей костюма военнослужащего Арктики с целью формирования комфортных условий при нахождении его в зонах с пониженной температурах [8].

В процессе своей трудовой деятельности человек может подвергаться воздействию холода как при работе в закрытых помещениях, так и, учитывая климатические условия России, при работе на открытой территории в холодный период года. В ходе эволюционного развития человек не выработал устойчивого приспособления к холоду. Наиболее очевидным последствием воздействия холода при работах на открытых территориях является охлаждение поверхностных и глубоких тканей человека и связанных с этим негативных явлений.

В России формируются воинские части в арктической зоне – на архипелагах Новая Земля, Земля Франца-Иосифа и Новосибирских островах.

Все это – уникальные не только в отечественной, но и в мировой практике высокоширотные объекты. Например, комплекс «Арктический трилистник» на острове Земля Александры архипелага Земля Франца-Иосифа сегодня является единственным в мире объектом капитального строительства, возведенным на 80-м градусе северной широты. Площадь «цветочка» составляет более 14 тыс. кв. м. Автономность комплекса обеспечивает комфортное проживание и выполнение служебных обязанностей подразделению из 150 человек. Построили «Трилистник» с использованием инновационных и энергоэффективных технологий, позволяющих минимизировать расход энергии. Между всеми объектами инфраструктуры арктического военного городка есть переходы, защищающие личный состав от воздействия внешней среды.

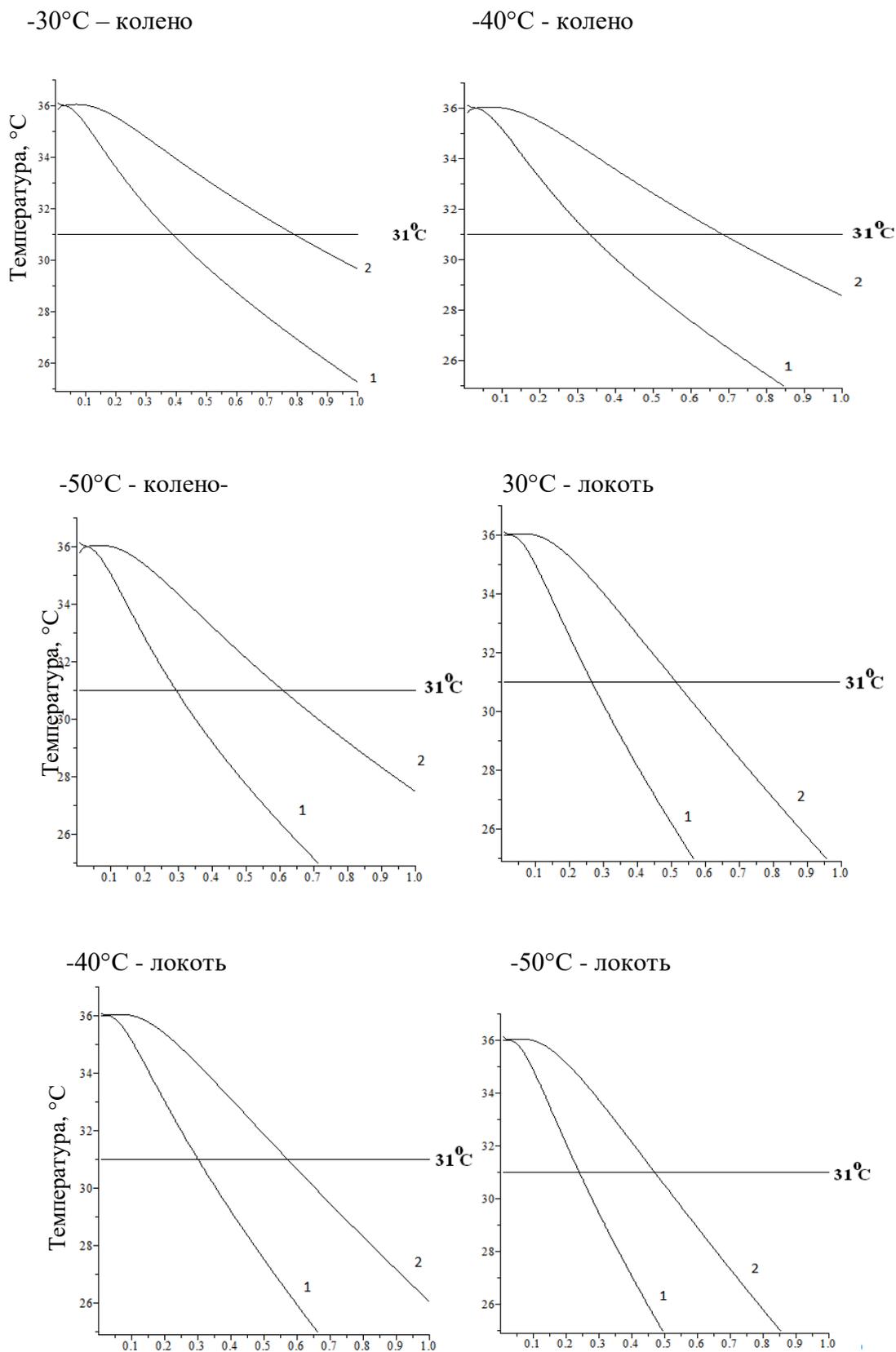
Российских объектов в Арктике будет много. На Котельном для военнослужащих построена «Звезда» – жилой городок замкнутого цикла. На острове уже полностью оборудованы позиции для радиорелейных отделений и пунктов наведения авиации, зенитно-ракетных и радиотехнических подразделений.

В Арктике только в нынешнем году введено в эксплуатацию более 150 объектов. А в будущем военные построят или полностью реконструируют 13 аэродромов, один наземный авиационный полигон, 10 технических позиций радиолокационных отделений и пунктов наведения авиации.

Останавливаться российское военное ведомство не собирается. Вдобавок уже построенным и строящимся в Арктике военным базам Россия заложит еще четыре стратегических опорных пункта – на острове Врангеля, мысе Шмидта, на восточном побережье Чукотки и на Курилах. Создание и вооружение всей арктической группировки войск и сил должно быть полностью завершено к 2018 году.

Строительство планируемых объектов и их обустройство потребует обслуживающего персонала спецодеждой, обувью и комплектующими, в том числе головными уборами, чтобы защитить их от воздействия низких температур.

Если про костюмы обувь выполнено достаточно много исследований и предложены варианты, которые с учетом требований к ним, гарантируют военнослужащим комфортные условия. Во всяком случае их апробация подтверждает такие оптимистические прогнозы. Что же касается головных уборов, перчаток, масок теплорекуператоров для защиты лица, то здесь таких оптимистических прогнозов пока нет.



**Рис. 2. Характеристика изменения температуры поверхности локтя и колена военнослужащего для пакета 1 и пакета 2 при его нахождении в климатических зонах с пониженными температурами  $-30^{\circ}\text{C}$ ,  $-40^{\circ}\text{C}$ ,  $-50^{\circ}\text{C}$**

В этой связи в нашей работе рассматривается процесс охлаждения поверхностных тканей головы человека при воздействии на нее низких температур.

Для описания строится математическая модель в виде краевой задачи. Решение задачи приведено ниже.

$$T_i(r_i, t) = \sum_{k=1}^{\infty} D_k(t) X_{k,i}(r_i), \tag{4}$$

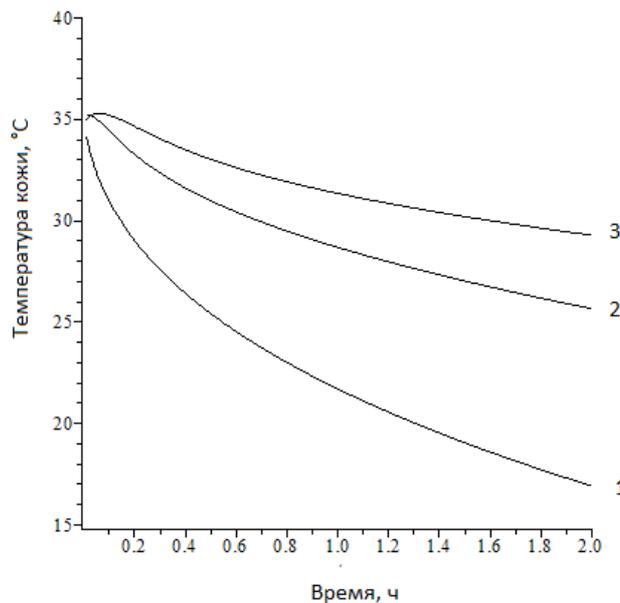
где  $X_{k,i}(r_i) = \frac{1}{r_i} \left( A_i \sin\left(\frac{\mu_k r_i}{a_i}\right) + B_i \cos\left(\frac{\mu_k r_i}{a_i}\right) \right)$  - собственные функции соответствующей краевой задачи:

$$\frac{\partial^2 X_i}{\partial r_i^2} + \frac{2}{r_i} \frac{\partial X_i}{\partial r_i} + \frac{\mu^2}{a_i^2} X_i = 0. \tag{5}$$

$$X_1(0, t) \neq \infty; \lambda_n \frac{\partial X_n}{\partial r_n}(R_n) + \alpha X_n(R_n) = 0; \tag{6}$$

$$X_{i-1}(R_{i-1}) = X_i(R_{i-1}); \lambda_{i-1} \frac{\partial X_{i-1}}{\partial r_{i-1}}(R_{i-1}) = \lambda_i \frac{\partial X_i}{\partial r_i}(R_{i-1}). \tag{7}$$

Расчеты выполнены с использованием программы, написанной в среде MAPLE, при температуре окружающей среды  $-10^\circ\text{C}$  (Рис.3) [5,6].



**Рис. 3. Характеристика изменения температуры кожи головы при следующих условиях: 1 – температура кожи головы на открытых участках; 2 – температура кожи головы в области волос (1 см); 3 – температура кожи головы защищенной трикотажной шапкой**

Из рисунка 3 видно, что шапка не обеспечивает защиту от низких температур уже при 30 минутах нахождения военнослужащего в зонах с пониженной температурой

Результаты говорят сами за себя, что даже при  $-10^\circ\text{C}$  военнослужащий уже через 30 минут ощущает дискомфорт и даже шапка из однослойного трикотажного полотна не создает ему комфорт, хотя бы на необходимые 2 часа, если это соответствует времени его профессиональной деятельности.

Но с другой стороны полученные результаты с использованием данных программного обеспечения, разработанного авторами, создает основу обоснованного выбора пакета материалов для головного убора, чтобы гарантировать военнослужащим в различных климатических условиях комфортное состояние.

Апробацию реального ощущения военнослужащего в климатической камере с использованием различных пакетов позволит предложить предприятию-изготовителю комплектовать костюм для военнослужащих именно в таких сочетаниях, чтобы эти ощущения комфортности были бы гарантом его защиты от воздействия низких температур в тех заданных диапазонах, которые будут сформулированы спецификой его службы.

Формирования основных требований к теплозащитным свойствам пакетов материалов для костюма позволит производителям изготавливать рациональный ассортимент камуфляжной одежды и обуви для военнослужащих Арктики.

Если для обуви и одежды разработанное авторами программное обеспечение позволяет сформулировать требования к пакету материалов и обеспечить комфортное состояние военнослужащим для исполнения ими должностных обязанностей, то для лица, кисти руки, для большого пальца стопы, гарантировать комфортные условия без дополнительного проведения исследований по выбору пакетов материалов пока не удается [7,8].

Характеристика материалов для перчаток, использование которых было бы оправдано, приведена в таблице 4.

Анализ зарубежного опыта показал, что в комплексах перчатками, используются так называемые митенки.

Митенки – перчатки без пальцев, удерживающиеся на руке с помощью ремешков между пальцами или за счёт пластических свойств материала, из которого они сделаны. Митенки позволяют защитить руки от холода, но не сковывают движения пальцев.

Особенности выбора материалов для перчаток военнослужащим Арктики спровоцированы климатическими условиями этой зоны, чтобы гарантировать ему комфортные условия в течении всего времени использования или своих воинских обязанностей. При этом особое внимание было уделено обеспечению комфортности не только кисти руки военнослужащего, но и особенно указательного пальца правой, если он правша, и левой кисти, естественно, если он левша. Такая необходимость продиктована спецификой исполнения военнослужащим своих обязанностей, а именно, осуществлять стрельбу, при которой провоцируется более интенсивное охлаждение указательного пальца.

Использование митенок обеспечивает военнослужащему дополнительную защиту и кисти руки, и что особенно важно, указательному пальцу, при этом основная защита обеспечивается перчаткой и здесь авторы апробируют не только различную шерсть, но и пряжу, формируя её из одной, или двойной нити.

Возможности использования наноматериалов, способных осуществлять терморегулирование и обеспечивать коже кисти руки комфортную температуру, а именно не ниже 32 °С. Такие исследования возможны при использовании

того же программного обеспечения, которое авторы разработали и использовали для материалов, характеристика которых приведена в таблице 4.

С помощью программного обеспечения, разработанного авторами, были построены графики характеризующие состояние кожи кисти руки военнослужащего для четырех температур окружающей среды, а именно: - 10°C, -20°C, -30°C, -40°C от времени нахождения его на посту, но не менее 1 часа. На рисунках обозначены значения температур кожи кисти руки, характеризующие различные теплоощущения военнослужащего, а именно комфорт 32,7°C, слегка прохладно 23,7°C, прохладно 20,8°C, холодно 16,1°C, очень холодно 15,2°C, болевые ощущения 10,4°C (обморожение). При -10°C комфортное состояние обеспечивается только пакетом замша-собачья шерсть (двойная нитка), а для -20°C, -30°C, - 40°C ни один из исследуемых материалов и их пакеты вместе с натуральным мехом «зима» не гарантируют военнослужащим комфортные условия.

Следовательно, полученные результаты обосновали высокую эффективность использования программного обеспечения для обоснованного выбора пакетов материалов для перчаток и других комплектов костюма военнослужащих Арктики и подтвердили необходимость продолжить исследования и по выбору таких материалов, которые бы обеспечивали им комфортное состояние в заданном температурном режиме не менее одного часа.

**Таблица 4. Характеристика материалов при изготовлении перчаток и митенок для военнослужащих Арктики**

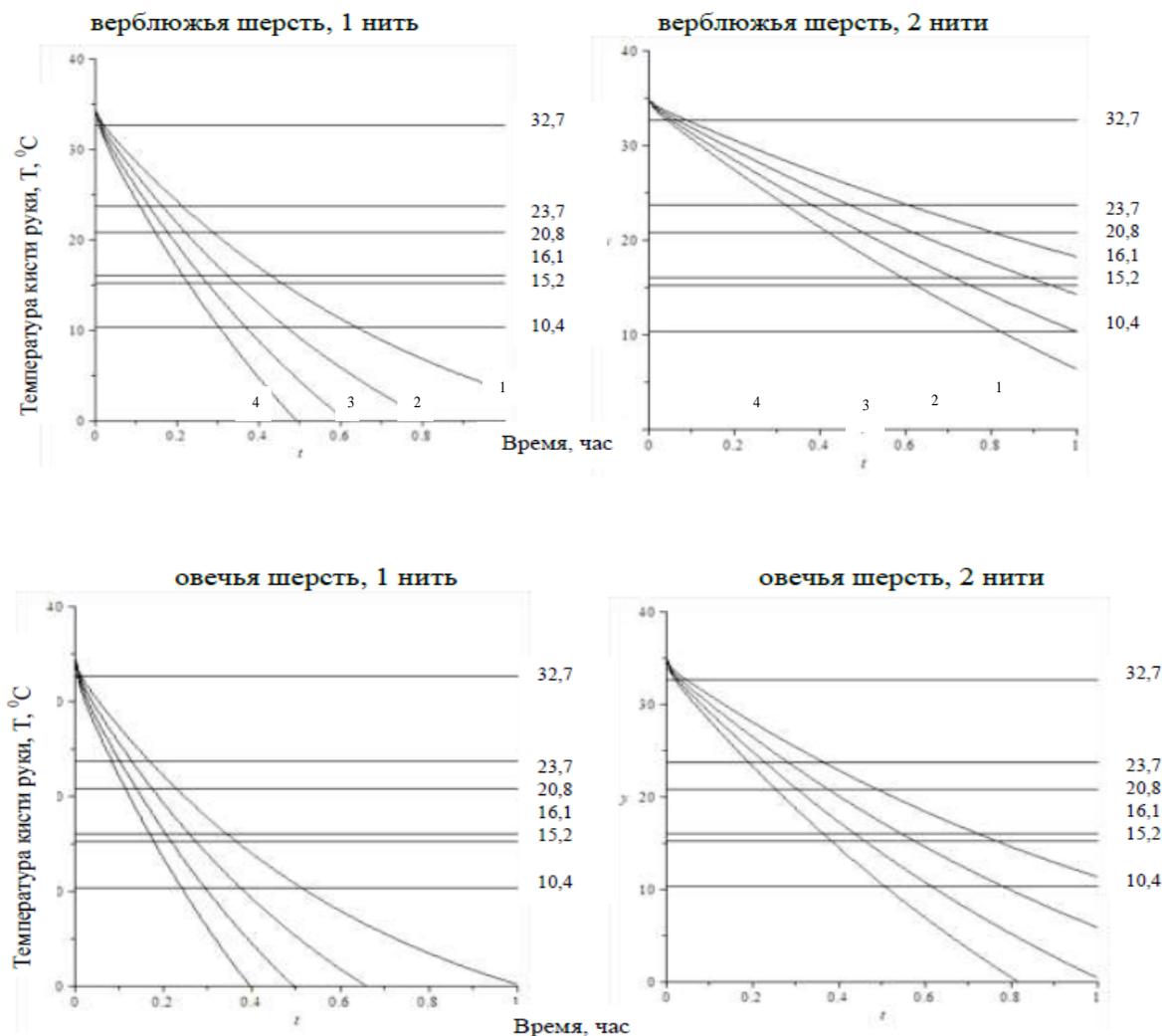
Материалы, используемые для изготовления перчаток	Толщина мм	Коэффициент теплопроводности, λ, Вт/ м°C
<i>1. Пряжа из одной нити:</i>		
1.1. Из козьей шерсти	0,7	0,015
1.2. Из овечьей шерсти	0,8	0,020
1.3. Из верблюжьей	0,9	0,005
1.4. Из собачей шерсти	0,8	0,010
<i>2. Пряжа из двух нитей:</i>		
2.1. Из козьей шерсти	1,4	0,015
2.2. Из овечьей шерсти	1,6	0,020
2.3. Из верблюжьей	1,8	0,005
2.4. Из собачей шерсти	1,6	0,010
<i>3. Пакет материалов для указательного пальца кисти руки, замша+пряжа из одной нити</i>		
3.1. при использовании козьей шерсти	1,7	0,02/0,015
3.2. при использовании овечьей шерсти	1,8	0,02/0,020
3.3. при использовании верблюжьей шерсти	1,9	0,02/0,005
3.4. при использовании собачей шерсти	1,8	0,02/0,010
<i>4. Пакет материалов для указательного пальца кисти руки, замша+пряжа из двух нитей</i>		
4.1. при использовании козьей шерсти	2,4	0,02/0,015
4.2. при использовании овечьей шерсти	2,6	0,02/0,020
4.3. при использовании верблюжьей шерсти	2,8	0,02/0,005
4.4. при использовании собачей шерсти	2,6	0,02/0,010
5. Материал для напальчника указательного пальца кисти руки и для митенок военнослужащего – «кожа натуральная замша» и для митенок	0,8	0,020

Для пакетов и материалов, приведенных в таблице 4, построены кривые, характеризующие состояние комфортности кисти руки военнослужащего, для следующих температур окружающего воздуха, а именно кривая 1 – при  $-10^{\circ}\text{C}$ , кривая 2 – при  $-20^{\circ}\text{C}$ , кривая 3 – при  $-30^{\circ}\text{C}$ , кривая 4 – при  $-40^{\circ}\text{C}$  (рисунок 4).

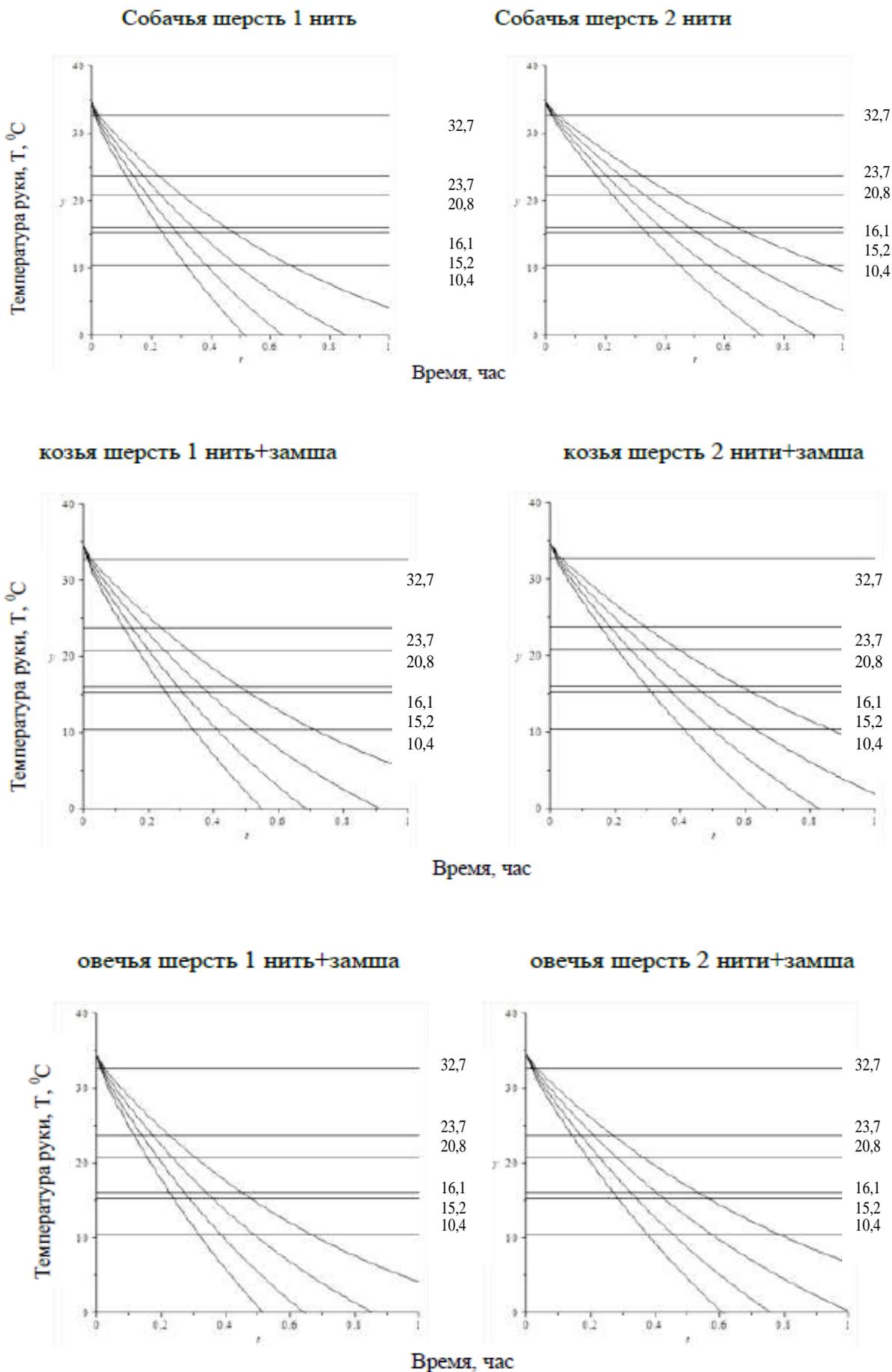
Разработанное авторами программное обеспечение позволяет производителю иметь инструмент для обоснованного решения по выбору пакетов материалов для костюма военнослужащих Арктики, в том числе и при производстве перчаток для защиты кисти руки от воздействия низких температур при исполнении ими своих уставных обязанностей.

Подтверждением таких выводов является проведенный авторами анализ свойств наиболее эффективных с точки зрения комфортных условий кожи кисти руки, обеспечивая постоянную температуру в пределах  $32,5^{\circ}\text{C}$ .

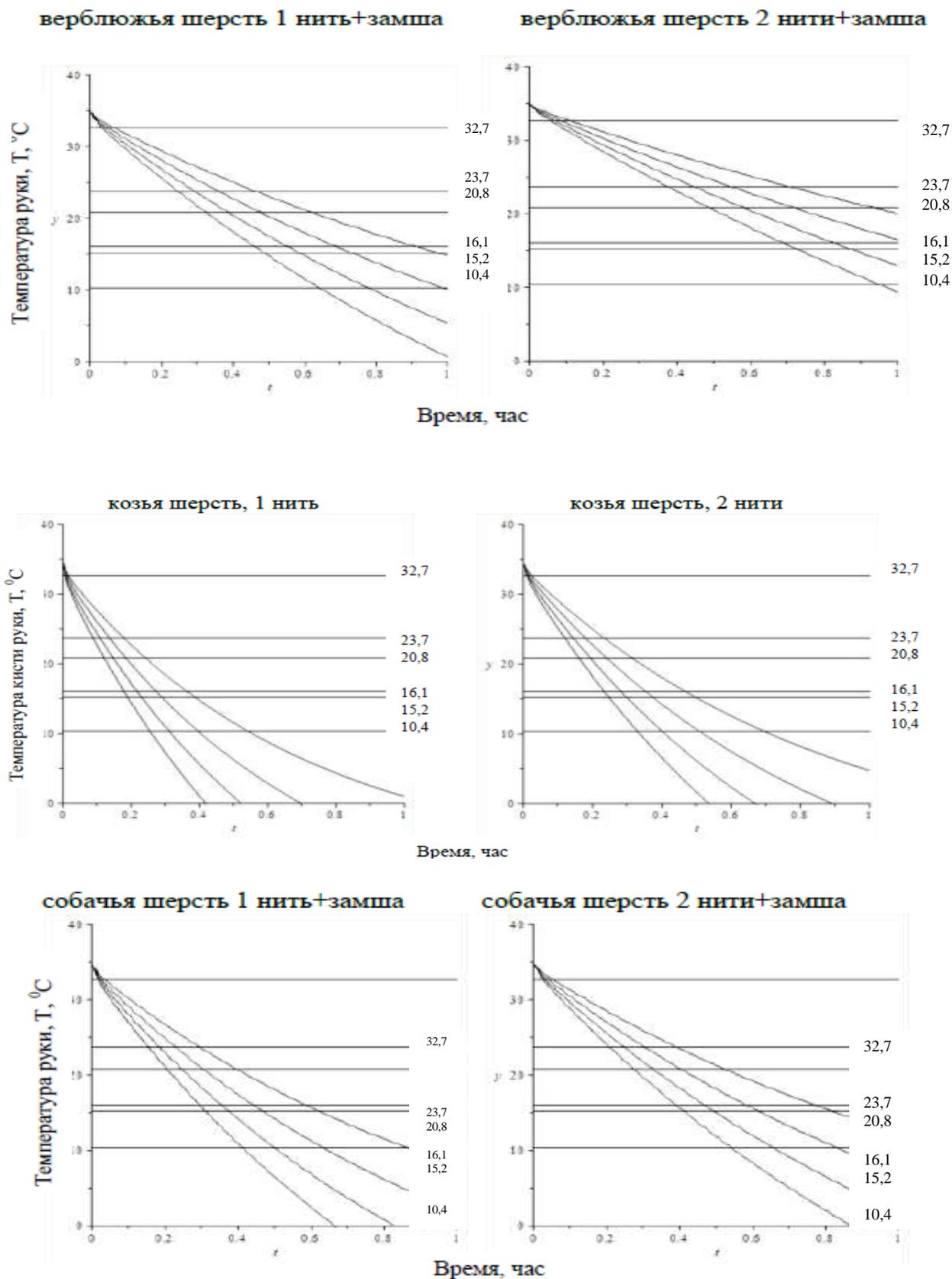
К сожалению, перчатки из пряжи шерсти различных животных, изготовленная как из одной, так и двух нитей не гарантирует военнослужащим обеспечения такого комфортного состояния даже при температуре  $-10^{\circ}\text{C}$ , не говоря о том, что температура воздуха может быть и ниже. В этом случае поверхность кожи кисти руки охлаждается ниже критической, т.е. ниже  $10,4^{\circ}\text{C}$  и может привести к обморожению и необратимым процессам.



Начало рис. 4.



Продолжение рис. 4.



**Рис. 4. Результаты изменения температуры кисти руки (кожи) военнослужащего при воздействии на него низких температур: кривая 1 --10°C, кривая 2 --20°C, кривая 3 --30°C, кривая 4 --40°C**

Использование митенок для защиты кисти руки также не гарантирует военнослужащим защиту им от воздействия низких температур, предполагая поиск таких материалов и формирования из них пакетов для изготовления перчаток, которые бы обеспечивали им комфортные условия, что возможно при использовании наноматериалов, способных осуществлять терморегулировку в пределах, позволяя военнослужащим исполнять свои уставные обязанности в пределах необходимого временного периода.

Создание теплозащитных рукавиц и перчаток является сложной научной и практической задачей, так как рукавицы и перчатки должны удовлетворять комплексу требований, часто не совместимых друг с другом. Так, например, в одежде должны сочетаться малая масса и высокие теплозащитные свойства; малая воздухопроницаемость и достаточная влагопроницаемость, необходимая для обеспечения влагообмена человека с окружающей средой. Одежда должна защищать человека от охлаждения в состоянии покоя и не вызывать перегрева при выполнении интенсивной физической нагрузки.

Причины, которые могут затруднить проектирование теплозащитных рукавиц и перчаток в соответствии с требуемой теплоизоляцией:

- увеличение теплоизоляции комплекта сопровождается, увеличением его массы, что обуславливает дополнительную нагрузку на организм и приводит к увеличению энергозатрат, снижению активности и риску роста травматизма;

- особенности теплообмена различных участков тела человека, ограничивающие возможность должной защиты некоторых из них (кисть, стопа) из-за необходимости соблюдения эргономических требований;

- традиционный способ повышения теплоизоляции за счёт увеличения толщины пакета материалов, в т. ч. утеплителя, является эффективным лишь в определенных пределах;

- на теплообмен человека влияет комплекс метеорологических факторов: температура воздуха, скорость его движения, влажность, инсоляция, защита от которых требует различного подхода к выбору технических показателей материалов и разработке конструкции одежды.

Важную роль при создании одежды для военнослужащих, находящихся в условиях Арктики, является защита кистей и стоп. В связи с этим, были произведены расчёты теплозащиты рук.

В таблице 5 представлен комплект пакета материалов для рукавиц и перчаток.

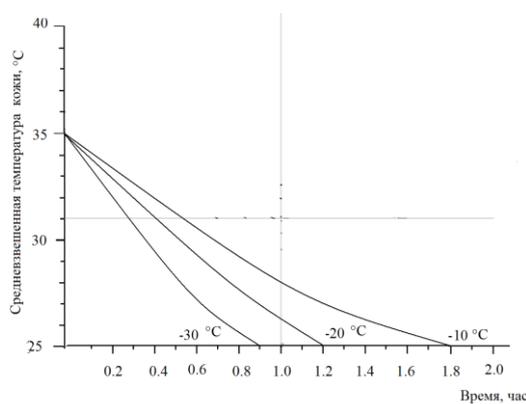
**Таблица 5. Комплект пакета материалов для варежек военнослужащим**

Материалы пакета	Толщина, мм	Суммарное тепловое сопротивление $R_{\text{сум}}, \text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$
воздух	1	0,026
мех	5	0,04
прокладка	0,4	0,04
кожа	2	0,06

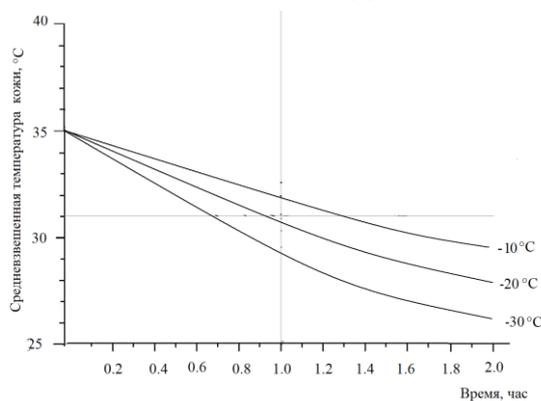
Для расчётов распределения температуры использовали математические пакеты Maple. Входные данные программы

- толщина слоев пакета материалов;
- коэффициенты теплопроводности и температуропроводности этих материалов;
- плотность теплового потока, поступающего от тела к внутренней поверхности пакета;
- температура окружающей среды;
- начальная температура пакета материалов, формирующего костюм;
- коэффициент теплоотдачи с внешней поверхности пакета в окружающую среду.

Результаты расчётов представлены на рисунке 5.



**а) для пакетов материалов большого пальца кисти руки**



**б) для пакетов материалов кисти руки**

**Рис. 5. Результат расчёта зависимость средневзвешенной температуры кожи кисти человека от времени нахождения его при низких температурах (-10°; -20°С; -30°С)**

Решение задачи сводится к нахождению такого сочетания толщины пакета на отдельных участках модели, которая реализует минимум потока тепла с её поверхности при ограничении на объём массы пакета. В классическом подходе такое уравнение нормировки по массе утеплителя учитывает толщину утеплителя для всего геометрического образа пакета.

Таким образом, можно сделать вывод, что с помощью предложенной математической модели можно оптимизировать выбор материалов для изготовления теплозащитной одежды.

Разработанная программа позволяет в процессе вычислений изменять параметры модели: вводить новые слои материалов в пакет соответствующих участков.

Проведённый расчёт показал, что можно использовать программный продукт для выбора оптимального пакета материалов для утеплённых рукавиц и перчаток для военнослужащих. Внедрение программного продукта позволит проектировать пакет одежды с учётом климатических зон регионов и конкретных требований потребителей, в том числе для условий Арктики.

Анализ существующих математических моделей теплового состояния человека в условиях влияния параметров окружающей среды позволяет предположительно определить форму элементов человеческого тела, которое можно разделить на следующие участки: голова – шар; руки, ноги – цилиндры; туловище – набор эллиптических цилиндров – это в грубом приближении.

Основными факторами, влияющими на температуру внутрикостюмного пространства при построении математической модели, являются температура окружающей среды, теплообразование тела человека, теплофизические свойства материалов, составляющих пакеты, форма этих пакетов и теплоотдача с внешней поверхности комплекта костюма в окружающую среду.

Температура тела человека характеризует процесс терморегуляции организма. Она зависит от скорости потери теплоты, которая, в свою очередь, зависит от температуры и влажности воздуха, скорости его движения, наличия тепловых излучений и теплозащитных свойств одежды. Выполнение работ категорий Пб и III сопровождается повышением температуры тела на 0,3...0,5 °С. При повышении температуры тела на 1° С начинает ухудшаться самочувствие, появляются вялость, раздражительность, учащаются пульс и дыхание, снижается внимательность, растёт вероятность несчастных случаев. При температуре 39°С человек может упасть в обморок.

Температура кожного покрова человека, находящегося в состоянии покоя в комфортных условиях, находится в пределах 32...34 °С. С повышением температуры воздуха она также растёт до 35 °С, после чего возникает потоотделение, ограничивающее дальнейшее увеличение температуры кожи, хотя в отдельных случаях (особенно при высокой влажности воздуха) она может достигать 36...37 °С. Установлено, что при разности температур на центральных и периферических участках поверхности тела менее 1,8°С человек ощущает жару; 3...5 °С – комфорт; более 6 °С – холод. При увеличении температуры воздуха также уменьшается разница между температурой кожи на открытых и закрытых участках тела.

Программный продукт написан с помощью прикладных математических пакетов MAPLE и предназначен для расчета распределения температуры и парциального давления в процессе тепло-массообмена в системе «человек – одежда – обувь – окружающая среда» для плоского пакета материалов, в том случае, когда человек находится в климатической среде с повышенной температурой.

Введем следующие обозначения:

$T_c$  – температура окружающей среды ( $^{\circ}\text{C}$ );

$U_c$  – парциальное давление паров влаги в окружающей среде (мм. рт. ст.);

$t$  – время (ч);

$x_i$  – координата  $i$  – го слоя пакета (м),  $l_{i-1} < x_i < l_i$ ;

$l_{i-1}; l_i$  – границы  $i$  – го слоя пакета;

$\hat{T}_i(x_i; t)$  – температура  $i$  – го слоя пакета ( $^{\circ}\text{C}$ );

$\hat{U}_i(x_i; t)$  – парциальное давление паров влаги для  $i$  – го слоя пакета (мм. рт. ст.);

$T_i(x_i; t) = \hat{T}_i(x_i; t) - T_c$  – относительная температура  $i$  – го слоя пакета ( $^{\circ}\text{C}$ );

$U_i(x_i; t) = \hat{U}_i(x_i; t) - U_c$  – относительное парциальное давление паров влаги для  $i$  – го слоя пакета (мм. рт. ст.);

$\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности  $i$  – го слоя пакета ( $\text{Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ );

$d_i$  – коэффициент паропроницаемости  $i$  – го слоя пакета ( $\text{кг}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot\text{мм.рт.ст.})$ );

$a_{11}(i)$  – коэффициент температуропроводности  $i$  – го слоя пакета ( $\text{м}^2/\text{ч}$ );

$a_{22}(i)$  – коэффициент диффузии паров  $i$  – го слоя пакета ( $\text{м}^2/\text{ч}$ );

$a_{12}(i)$  – коэффициент диффузной теплопроводности  $i$  – го слоя пакета ( $\text{м}^2/\text{ч}$ );

$a_{21}(i)$  – коэффициент термодиффузии паров  $i$  – го слоя пакета ( $\text{м}^2/\text{ч}$ );

$q(t)$  – плотность теплового потока стопы ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ );

$M(t)$  – плотность потока массы влаги, выделяемой телом человека ( $\text{кг}/(\text{м}^2\cdot\text{ч})$ );

$\alpha$  – коэффициент теплоотдачи ( $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ );

$\beta$  – коэффициент массоотдачи ( $\text{кг}/(\text{м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{мм.рт.ст.})$ );

Система уравнений для описания процесса тепломассопереноса в системе «человек – одежда – обувь – окружающая среда» имеет следующий вид

$$\begin{cases} \frac{\partial T_i}{\partial t} = a_{11}(i) \frac{\partial^2 T_i}{\partial x_i^2} + a_{12}(i) \frac{\partial^2 U_i}{\partial x_i^2}; \\ \frac{\partial U_i}{\partial t} = a_{21}(i) \frac{\partial^2 T_i}{\partial x_i^2} + a_{22}(i) \frac{\partial^2 U_i}{\partial x_i^2}, \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

Рассматриваются следующие граничные условия .

Тепловой поток тела человека, поступающий на внутреннюю поверхность костюма, равен  $q(t)$

$$\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial x_1}(0, t) + q(t) = 0; \quad (9)$$

Плотность потока массы влаги, выделяемой телом человека, равен  $M(t)$

$$d_1 \frac{\partial U_1}{\partial x_1}(0, t) + M(t) = 0; \quad (10)$$

Теплообмен на поверхности костюма происходит по закону Ньютона

$$\lambda_n \frac{\partial T_n}{\partial x_n}(l_n, t) + \alpha T_n(l_n, t) = 0; \tag{11}$$

Подошва костюма водонепроницаема, что выражается на ее внутренней поверхности равенством:

$$\frac{\partial U_n}{\partial x_n}(l_{n-1}, t) = 0; \tag{12}$$

между слоями низа обуви предполагается идеальный контакт, который выражается условиями сопряжения на стыках:

$$T_{i-1}(l_{i-1}, t) = T_i(l_{i-1}, t), \tag{13}$$

$$\lambda_{i-1} \frac{\partial T_{i-1}}{\partial x_{i-1}}(l_{i-1}, t) = \lambda_i \frac{\partial T_i}{\partial x_i}(l_{i-1}, t), \quad i = 2, \dots, n, \tag{14}$$

$$U_{i-1}(l_{i-1}, t) = U_i(l_{i-1}, t), \tag{15}$$

$$d_{i-1} \frac{\partial U_{i-1}}{\partial x_{i-1}}(l_{i-1}, t) = d_i \frac{\partial U_i}{\partial x_i}(l_{i-1}, t), \quad i = 2, \dots, n - 2 \tag{16}$$

Начальные условия:

$$T_i(x_i, 0) = f_i(x_i). \tag{18}$$

$$U_i(x_i, 0) = g_i(x_i) \quad i = 1, 2, \dots, n \tag{19}$$

В качестве примера рассмотрим теоретический расчет тепломассообмена через подошву обуви при повышенной температуре внешней среды, равной 40°C. Характеристика пакета материалов низа обуви приведена в таблице 6.

**Таблица 6. Характеристика пакета материалов низа обуви**

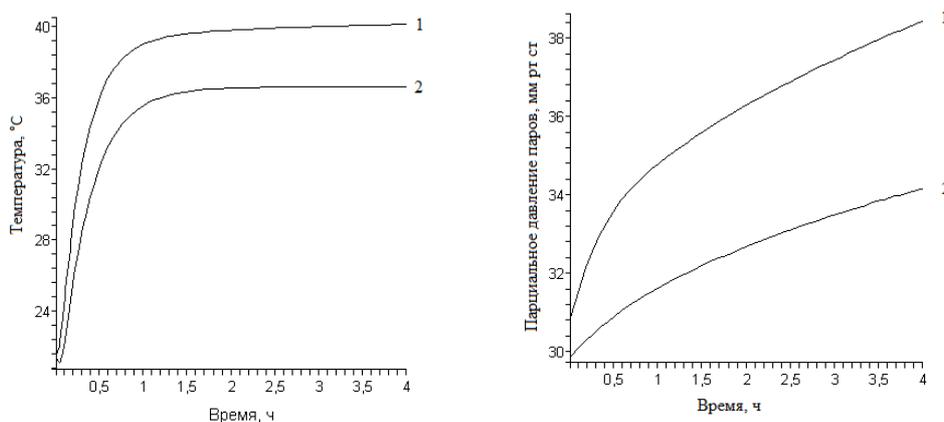
№ слоя	Материал слоя	Толщина слоя (мм)
1	Хлопчатобумажный носок	2
2	стелька	5
3	картон	1,8
4	подошва	10

Плотность теплового потока стопы – 10 Вт/м<sup>2</sup>, плотность потока массы влаги, выделяемой стопой – 0,02 ((кг/(м<sup>2</sup>·ч)). Результаты расчетов изменения температуры и парциального давления паров внутриобувного пространства приведены на рисунке 1, на котором кривая 1 – для пакетов материалов для низа обуви использовали в качестве подошвы непористую водонепроницаемую резину; а кривая 2 – для пакета материалов для низа обуви, когда в качестве подошвы использовали материал, изготовленный по нанотехнологии и обладающий способностью к вентиляции, т.е. к обмену воздуха в внутриобувном пространстве.

Таким образом, разработка программного продукта для формирования комфортных условий человеку при его нахождении в климатической среде с повышенной температурой впервые позволит осуществлять обоснованный выбор

пакета материалов для костюма, чтобы реализовывать эти самые условия комфортности и существенно улучшать условия труда человеку в экстремальных условиях.

Если программное обеспечение для обоснования выбора пакетов материалов для одежды и обуви при формировании комфортных условий для человека, находящегося в климатических зонах с пониженной температурой, обусловлено контролем за снижением температуры внутрикостюмного пространства до 21 С<sup>0</sup> для стопы и до 31 С<sup>0</sup> для тела человека, которые были заложены в разработанное программное обеспечение при обоснованном выборе пакета материалов с учетом теплофизических характеристик, то при разработке программного обеспечения по обоснованному выбору пакетов материалов для человека, находящегося в климатических зонах с повышенной температурой, задача решалась иначе, а именно, исходя из необходимости контроля за недопущением повышения температуры тела человека [9,10].



**Рис. 6. Характеристика внутриобувного пространства**

Это обусловлено тем, что повышение на 0,3-0,5 Суже формирует человеку дискомфорт, а при повышении свыше 1 С, это исключает его нахождения в этих условиях. Следовательно, пакеты материалов и костюм из них должны гарантировать человеку выполнение этих требований в течении всего времени нахождения его в этих условиях.

Разработанное авторами программное обеспечение решает эту задачу и создает предпосылки для обоснованного выбора пакета материалов на основе полученных теплофизических характеристик на стендах и приборах в климатических камерах, следовательно, наличие современных средств для определения теплофизических характеристик и пакетов материалов и разработанное программное обеспечение гарантирует производителям с высокой степенью достоверностью изготавливать костюм, который формирует комфортные условия, в течение всего времени исполнения ими служебных обязанностей. Но наличие высокоэффективных методов исследования теплофизических свойств материалов и программного обеспечения по обоснованному выбору пакетов материала-

лов существенно снизило бы затраты на разработку и производству спецодежды для рабочих с повышенной температурой и костюмов для военнослужащих Арктики, если в нем будет необходимость.

**Список используемых источников:**

1. Осина Т.М. и др. Оценка эффективности создания комфортных условий человеку в климатических зонах с пониженной температурой // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Технические науки. 2010. № 2. С. 107-114.
2. Осина Т.М. и др. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2014617468 Программа оценки распределения температур и влаги в системе «стопа-обувь окружающая среда». Выдано Российским агентством по патентам и товарным знакам (РОСПАТЕНТ 23. 07.2014 г.).
3. Осина Т.М. и др. Об эффективности разработанного программного обеспечения. Кожевенно-обувная промышленность. 2009. №3. С. 34-37.
4. Прохоров В.Т., Тихонова Н.В., Осина Т.М., Рева Д.В., Тартанов А.А., Козаченко П.Н. О влиянии наноматериалов и технологий на литьевые свойства полимерных композиций на основе этилена с винилацетатом // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 19. С. 130-135.
5. Афанасьева Р.Ф., Тихонова Н.В., Михайлов А.Б., Осина Т.М., Михайлова И.Д., Прохоров В.Т. Полимерные материалы в производстве костюма для военнослужащих Арктики (сообщение 1) // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 15. С. 155-158.
6. Афанасьева Р.Ф., Тихонова Н.В., Михайлов А.Б., Осина Т.М., Михайлова И.Д., Прохоров В.Т., Полухина С.Ю. Полимерные материалы в производстве костюма для военнослужащих Арктики (сообщение 2) // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 15. С. 167-171.
7. Афанасьева Р.Ф., Бурмистрова О.В., Прокопенко Л.В. Холодовой стресс: медико-биологические аспекты профилактики: Монография. М: ООО фирма «Реифор», 2012. 214 с.
8. Наноматериалы и технологии в производстве костюма для военнослужащих Арктики (Сообщение 1) / Р.Ф. Афанасьева, Н.В. Тихонова, А.Б. Михайлов, Т.М. Осина, И.Д. Михайлова, В.Т. Прохоров // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т.19. № 9. с.115-120
9. Рева Д.В., Тихонова Н.В., Шрайфель И.С., Мальцев И.М., Прохоров В.Т. О влиянии компетентности экспертов на обоснованность их оценки эффективности применяемых наноматериалов и технологий в производстве (Сообщение 1) // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 8. С. 213-218.
10. Рева Д.В., Тихонова Н.В., Шрайфель И.С., Мальцев И.М., Прохоров В.Т. О влиянии компетентности экспертов на обоснованность их оценки эффективности применяемых наноматериалов и технологий в производстве (сообщение 1) // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 3. С. 191-193

© 2016, Селина Н.Г., Кораблина С.Ю., Зайцева Д.Р., Прохоров В.Т., Михайлов А.Б., Осина Т.М., Тихонова Н.В.

Поиск эффективных решений по изготовлению комфортного экипировки военнослужащим Арктики

© 2016, Selina N.G., Korablina S.Yu., Zaitseva D.R., Prokhorov V.T., Mikhailov A.B., Osina T.M., Tikhonova N.V.

The search for effective solutions for the production of comfortable equipment to servicemen of the Arctic

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.270

Поступила (Received): 21.10.2016

**Смирнов В.В.**  
**Влияние износа инструмента на колебания  
станка при трении инструмента и детали**

**Smirnov V.V.**  
**Influence of tool wear on the fluctuations  
in friction machine tool and details**

*В работе представлена гипотеза возникновения автоколебаний при выстое режущего инструмента на частоте, близкой к частоте собственных колебаний инструмента, что позволяет разработать рекомендации по устранению этого явления*

**Ключевые слова:** автоколебания, трение, инструмент

*The paper presents the hypothesis of occurrence of oscillation at the Venue of the cutting tool at a frequency close to the frequency of the oscillations of the tool that allows you to develop recommendations to address this phenomenon*

**Key words:** self-oscillations, friction, tool

**Смирнов Виктор Владимирович**  
Кандидат технических наук, доцент  
Тверской государственной технической  
университет  
Тверь, наб. А. Никитина, 22

**Smirnov Viktor Vladimirovich**  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Tver state technical university  
Tver, nab. A. Nikitins, 22

При токарной обработке, из-за сложения скоростей резания и подачи, поверхность резания имеет форму спирали. Поэтому в конце обработки деталь должна сделать хотя бы один оборот, чтобы получить концентрическую поверхность. В это время толщина стружки уменьшается до нуля и процесс взаимодействия инструмента и детали определяется только трением задней поверхности инструмента и поверхностью резания детали. Этот процесс обычно называют выстоем режущего инструмента. Часто в процессе трения возникает потеря устойчивости относительного скольжения инструмента и детали, выражающаяся в виде характерного «свиста» на частоте, близкой к частоте собственных колебаний инструмента. На обработанной поверхности детали остаются волнообразные следы, а инструмент при этом ускоренно изнашивается.

Для исследования колебательных процессов в станках могут быть использованы формальные методы теории автоматического управления. В частности методы оценки устойчивости замкнутых систем, таких как критерий Найквиста-Михайлова. Передаточная функция разомкнутой эквивалентной упругой системы станка (*Wэус*) по связи с процессом резания записывается в следующем виде [1]:

$$W(\text{эус}) = \frac{Kp[1 + (T\alpha - T\gamma) \cdot (i \cdot \omega) - T\alpha \cdot T\tau \cdot \omega^2]}{1 + T\alpha \cdot (i \cdot \omega)}$$

Место для формулы, где,  $Kp$  – коэффициент резания, определяемый из выражения  $Kp = K \cdot b$ , ( $K$  – удельная сила резания,  $b$  – ширина срезаемого слоя);  $T\tau$ ,  $T\gamma$ ,  $T\alpha$  – постоянные времени стружкообразования, переднего угла и заднего угла соответственно;  $i$  – мнимая единица;  $\omega$  – круговая частота. С изменением фаски износа инструмента по задней грани  $h$  в передаточной функции процесса резания меняется значение  $T\alpha$ :  $T\alpha = h^2 \cdot H\alpha / 2 \cdot V \cdot K$ , где,  $H\alpha$  – удельная контактная жесткость (жесткость контакта, отнесенная к площади контакта). Ее значение зависит от исходного давления, формы площадки и твердости обрабатываемого материала. Для стали среднее значение  $H\alpha \cong 100$  кГ/мм<sup>3</sup>.  $V$  – скорость резания. Физические основы отставания изменения сил трения от изменения контактной деформации изложены в [2].

Анализ влияния увеличения фаски износа показал, что с ее ростом может увеличиваться устойчивость процесса резания из-за увеличения постоянной времени заднего угла, т.к. процессы трения задней поверхности инструмента и поверхности резания, а также передней поверхности и стружки взаимно гасят друг друга. Постоянные времени этих процессов вычитаются друг из друга. Однако во время выстоя, когда процесс стружкообразования на передней поверхности уменьшает свое демпфирующее влияние, могут возникать автоколебания. Т.е. амплитудно-фазовая частотная характеристика разомкнутой системы упругой системы станка по связи с трением будет охватывать точку с координатами  $(j\omega, Re-1)$ . Уменьшить влияние этих процессов на возникновение автоколебаний, т.е. повысить виброустойчивость можно за счет ограничения фаски износа по задней поверхности  $h$ , а также повышения скорости  $V$  относительного скольжения задней поверхности инструмента и поверхности резания в процессе выстоя.

### Заключение

В работе представлена гипотеза возникновения автоколебаний при выстое режущего инструмента на частоте, близкой к частоте собственных колебаний инструмента, что позволяет разработать рекомендации по устранению этого явления.

### Список используемых источников:

1. Кудинов В.А. Динамика станков. М.: Машиностроение, 1967. 359 с.
2. Смирнов В.В. Модель напряженного состояния на фрикционном контакте при трогании с места // Научный альманах. 2015. N 10-3(12). С. 237-239.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.272

Поступила (Received): 21.10.2016

**Смирнов В.В.**  
**Модель связей параметров колебаний станка  
с трением режущего инструмента**

**Smirnov V.V.**  
**Model communication parameters vibrations  
machine with friction cutting tool**

*В работе представлена теоретическая модель причины высокочастотных колебаний при трении режущего инструмента о поверхность резания и проанализировано изменение параметров этих колебаний при изменении геометрии контактирующих поверхностей, что может быть использовано при разработке систем диагностики*

*The paper presents a theoretical model of the causes of high-frequency oscillations by friction of the cutting tool of the cutting surface and analyzed the change in the parameters of these fluctuations when changing geometry of contacting surfaces that can be used in the development of diagnostic systems*

**Ключевые слова:** модель, трение, колебания

**Key words:** model, friction, fluctuations

**Смирнов Виктор Владимирович**  
Кандидат технических наук, доцент  
Тверской государственной технической  
университет  
Тверь, наб. А. Никитина, 22

**Smirnov Viktor Vladimirovich**  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Tver state technical university  
Tver, nab. A. Nikitins, 22

Контактирующие поверхности при трении представляют собой совокупность отдельных микровыступов различной высоты и формы, что подтверждается многочисленными измерениями шероховатости поверхностей деталей машин. При трении в процессе взаимодействия выступов друг с другом они вминаются и изгибаются, увлекая за собой прилегающие области материала детали. Далее они выпрямляются под воздействием сил упругости и, совершая колебания, сталкиваются вновь с другими выступами [1].

В результате возникают упругие волны, распространяющиеся как по материалу резца, так и по материалу детали. Эти колебания распространяются и на другие механизмы станка, постепенно затухая по мере удаления от зоны резания. Колебания поверхностей элементов станка приводят к появлению звуковых волн, характеризующихся достаточно широким спектром частот. Если предположить, что нарастание и спад силы взаимодействия двух выступов описывается полуволной косинусоиды, то спектр последовательности этих импульсов ( $S(\omega)$ ):

$$S(\omega) = 2 \cdot q_0 \cdot \frac{\cos \frac{\omega \cdot \tau}{2}}{1 - \left(\frac{2}{\pi} \cdot \frac{\omega \cdot \tau}{2}\right)^2} \cdot \frac{\sin \frac{n \cdot \omega \cdot T}{2}}{\sin \frac{\omega T}{2}},$$

где  $q_0$  – площадь одиночного импульса;  $\omega$  – круговая частота;  $\tau$  – продолжительность импульса;  $T$  – период следования импульсов;  $n$  – число импульсов в последовательности, т.е. то число импульсов, которое успевает возникнуть до того момента как первый полностью затухнет.

Такое представление процесса взаимодействия двух поверхностей является только грубым приближением, но оно дает возможность сделать качественные выводы, которые еще предстоит проверить на практике. На самом деле, и интенсивность импульсов меняется случайным образом, и частота их следования тоже величина случайная. Поэтому изображение спектра колебаний на экране спектрометра все время меняется.

Спектр последовательности импульсов меняется также и при сближении контактирующих поверхностей, т.е. с увеличением нормальной силы. При сближении увеличиваются контактные деформации, а значит часть выступов, которые раньше в контакт не вступали, теперь будут контактировать. Средняя интенсивность импульсов увеличится, поскольку ранее контактировавшие выступы будут вступать во взаимодействие не вершинами, а областями, приближающимися к основанию [2]. Таким образом, величина  $q_0$  увеличится, период  $T$  уменьшится, а число импульсов  $n$  увеличится в такое же количество раз. Интенсивность колебаний во всех частотных диапазонах увеличивается. При этом амплитуда спектральных максимумов увеличивается пропорционально увеличению площади одиночного импульса. Предположим, что площадь импульса при взаимодействии двух неровностей пропорциональна глубине внедрения одной в другую. Тогда, если представить вершину резца в виде относительной неровности, а высоту неровностей детали  $X$  представить случайной величиной с законом распределения  $\varphi(x)$ , то средняя амплитуда спектральных максимумов будет определяться математическим ожиданием глубины внедрения вершины резца в неровности детали  $\delta_{\text{ср}}$ . Величина  $\delta_{\text{ср}}$  будет определяться по формуле:  $\delta_{\text{ср}} = \int_0^{\delta} x \cdot \varphi(x) \cdot dx$ . В случае распределения по Гауссу  $\delta_{\text{ср}}$  можно определить только путем численного интегрирования. Очевидно, что при  $\delta \leq 0$ ,  $\delta_{\text{ср}} = 0$ , а при  $\delta \geq 6\sigma$ ,  $\delta_{\text{ср}} = m$ , где  $m$  – среднее значение величины микронеровностей детали,  $\sigma$  – соответствующее среднее квадратичное отклонение. Учитывая это, а также то, что зависимость  $\delta_{\text{ср}}$  от  $\delta$  имеет непрерывную первую производную, характерным свойством этой зависимости является возникновение насыщения при  $\delta > 6\sigma$ . С ростом  $\sigma$  должен увеличиваться и уровень насыщения.

### Заключение

В работе представлена теоретическая модель причины высокочастотных колебаний при трении режущего инструмента о поверхность резания и проанализировано изменение параметров этих колебаний при изменении геометрии

контактирующих поверхностей, что может быть использовано при разработке систем диагностики.

**Список используемых источников:**

1. Крагельский И.В., Добычин М.В., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М.: Машиностроение, 1977. 526 с.
2. Смирнов В.В. Модель напряженного состояния на фрикционном контакте при трогании с места // Научный альманах. 2015. N 10-3(12). С. 237-239.

---

© 2016, Смирнов В.В.

*Модель связей параметров колебаний станка с трением режущего инструмента*

---

© 2016, Smirnov V.V.

*Model communication parameters vibrations machine with friction cutting tool*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.275

Поступила (Received): 21.10.2016

**Смирнов В.В.**  
**Повышение виброустойчивости станка  
при выстое режущего инструмента**

**Smirnov V.V.**  
**Vibration resistance increase in machine venue cutting tool**

На основе теоретического анализа и экспериментальных данных даны рекомендации по повышению виброустойчивости станка при выстое режущего инструмента, которые могут быть использованы при разработке новых конструкций станков – автоматов и при назначении режимов резания на этих станках  
**Ключевые слова:** виброустойчивость, станок, выстой

*On the basis of theoretical analysis and experimental data are given recommendations for improving the vibration resistance of the machine at the Venue of the cutting tool, which can be used in the development of new designs of machines – machines for the appointment of the cutting on these machines*

**Key words:** vibration, machine venue

**Смирнов Виктор Владимирович**  
Кандидат технических наук, доцент  
Тверской государственной технической  
университет  
Тверь, наб. А. Никитина, 22

**Smirnov Viktor Vladimirovich**  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Tver state technical university  
Tver, nab. A. Nikitins, 22

Станок, осуществляющий съем стружки, можно рассматривать как замкнутую динамическую систему, к устойчивости процесса резания в которой применимы формальные правила теории автоматического регулирования [1].

При обработке поверхностей на токарных станках за счет сложения скоростей резания и подачи, получаемые поверхности имеют сложную форму. При продольной подаче поверхность резания имеет винтовую форму, а при поперечной подаче поверхность резания имеет форму спирали Архимеда. Для придания правильной формы поверхности, в конце рабочего хода выключают подачу инструмента, и деталь делает несколько оборотов. Этот процесс называют выстоем режущего инструмента. Т.е. выстой – это процесс трения задней поверхности резца о поверхность резания детали при постоянном уменьшении толщины срезаемого слоя (стружки). Такие процессы актуальны для всех видов токарной обработки, но особенно для токарных станков – автоматов, работающих фасонными резцами с большой длиной режущей кромки. Рабочим процессом при выстое режущего инструмента является контактное трение между задней поверхностью инструмента и поверхностью резания детали. Передаточная функция этой замкнутой системы определяется из выражения:

$$W_{\text{замк}} = \frac{W_{fy}(p)}{1+W_{\text{раз}}(p)} = \frac{W_{fy}(p)}{1+W_{\text{эус}}(p)W_T(p)},$$

где,  $W_{fy}$  – передаточная функция эквивалентной упругой системы (ЭУС) станка по внешнему воздействию при постоянном входном воздействии процесса трения (определяет колебания холостого хода);  $W_{\text{раз}}(p)$  – передаточная функция разомкнутой системы при постоянном внешнем воздействии на ЭУС и процесс трения;  $W_{\text{эус}}(p)$  – передаточная функция ЭУС станка по связи с процессом трения;  $W_T(p)$  – передаточная функция процесса трения;  $p$  – оператор дифференцирования

Из (1) видно, что в процессе трения колебания холостого хода будут усиливаться на тех частотах, для которых характеристика  $W_{\text{раз}}(p)$  находится в пределах единичной окружности, проведенной из точки -1 на действительной оси, и уменьшатся для частот, находящихся вне этой окружности.

В простейшем виде передаточная функция процесса трения  $W_T(p)$  представляется апериодическим звеном:  $W_T(p) = K_T / (T_T * p + 1)$ ,

где,  $K_T$  – статическая характеристика контактного трения,  $T_T$  – постоянная времени трения [2].

Статическая характеристика трения может быть представлена в виде  $K_T = \mu \cdot K_N$ ,

где,  $\mu$  – коэффициент трения;  $K_N$  – коэффициент, характеризующий жесткость контакта задней грани с деталью.

Поскольку трение по задней грани существует даже при нулевой фаске износа за счет упругих деформаций материала заготовки, то зависимость коэффициента  $K_N$  от фаски будет нелинейной. В линеаризованном виде эта зависимость может быть представлена так:

$$K_N = H_\alpha * h_{\text{ср}} * b + K_{N0},$$

где  $K_{N0}$  – жесткость контакта при нулевой фаске износа;  $h_{\text{ср}}$  – среднее значение фаски износа;  $b$  – ширина срезаемого слоя;  $H_\alpha$  – удельный коэффициент контактной жесткости, приходящийся на единицу площади контакта.

Из (1), (2), (4) следует, что при увеличении износа пропорционально величине фаски  $h_{\text{ср}}$  увеличивается модуль радиуса-вектора характеристики  $W_{\text{раз}}(p)$  и, таким образом, колебания на частотах в окрестности частоты потенциально неустойчивой формы колебаний становятся более интенсивными. При  $W_{\text{раз}}(p) = -1$  динамическая система станка находится на границе устойчивости (критерий Найквиста – Михайлова). При дальнейшем увеличении модуля  $W_{\text{раз}}(p)$  в системе начинаются автоколебания.

В настоящее время планируется экспериментальная проверка изложенных выводов.

Вывод. На основе теоретического анализа даны рекомендации по повышению виброустойчивости станка при выстое режущего инструмента, которые могут быть использованы при разработке новых конструкций станков – автоматов и при назначении режимов резания на этих станках.

**Список используемых источников:**

1. Кудинов В.А. Динамика станков. М.: Машиностроение, 1967. 360 с.
2. Смирнов В.В. Модель напряженного состояния на фрикционном контакте при трогании с места // Научный альманах. 2015. N 10-3(12). С. 237-239.

---

© 2016, Смирнов В.В.

*Повышение виброустойчивости станка при выстое режущего инструмента*

---

© 2016, Smirnov V.V.

*Vibration resistance increase in machine venue cutting tool*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.278

Поступила (Received): 28.10.2016

**Сорокин Е.В., Сеньков А.В., Марголин М.С.  
Формальный язык описания нечетких бизнес-процессов**

**Sorokin E.V., Senkov A.V., Margolin M.S.  
Formal language of fuzzy business processes descriptions**

*Настоящая статья посвящена рассмотрению вопросов хранения и обмена нечетких бизнес-процессов, преобразованных в сети Петри для получения расширенных возможностей работы с такими моделями. В работе показана актуальность использования бизнес-процессов в сложных организационно-технических системах, и подробно расписан разработанный формальный язык описания нечетких высокоуровневых сетей Петри на основе языка XML, конструктивные особенности которого являются достаточными для представления древовидных образований любой сложности*

**Ключевые слова:** нечеткий бизнес-процесс, сеть Петри, язык XML

**Сорокин Евгений Владимирович**  
Магистр, ведущий инженер-программист  
Радиозавод (Смоленский филиал)  
г. Смоленск, ул. Котовского, 2

**Сеньков Алексей Викторович**  
Кандидат технических наук, ведущий специалист  
Радиозавод (Смоленский филиал)  
г. Смоленск, ул. Котовского, 2

**Марголин Михаил Сергеевич**  
Магистр, специалист  
Легасофт  
г. Смоленск, Соколовского, 11 Б

*This article deals with the issues of storage and exchange of fuzzy business processes, transformed into Petri net for the advanced features of working with such models. The work displayed the relevance of business processes used in complex organizational and technical systems, and in detail painted developed a formal language for describing fuzzy high-level Petri nets XML-based design features*

**Key words:** fuzzy business processes, Petri net, XML language

**Sorokin Evgeniy Vladimirovich**  
Master, Lead Engineer-programmer  
Radioplant (Smolensk branch)  
Smolensk, Kotovskovo st., 2

**Senkov Aleksey Viktorovich**  
Candidate of Technical Sciences, Lead specialist  
Radioplant (Smolensk branch)  
Smolensk, Kotovskovo st., 2

**Margolin Mikhail Sergeevich**  
Master, Specialist  
Legasoft  
Smolensk, Sokolovskogo, 11 B

*Работа выполнена при поддержке Совета по грантам Президента РФ в рамках научного проекта МК-6184.2016.8*

В настоящее время активно развивается методология моделирования бизнес-процессов, использование которых обеспечивает улучшение качества и повышение эффективности работы организаций. Такие крупные предприятия,

как ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Газпром» и др. имеют значительные наработки в формализации и стандартизации бизнес-процессов на базе методологии ARIS.

Модель бизнес-процесса, представленного в нотации ARIS eEPC, является 3-х дольным графом [6]. Для установления связей между элементами вводятся следующие матрицы переходов:

–  $EF$  – матрица размерности  $r \times h$ , отражающая связи между событиями и вызываемыми ими функциями;

–  $FE$  – матрица размерности  $h \times r$ , отражающая связи между функциями и порождаемыми ими событиями;

–  $RF$  – матрица размерности  $(c+v+z+y) \times h$ , отражающая связи ресурсов с функцией, в которую они передаются;

–  $FR$  – матрица размерности  $h \times (c+v+z+y)$ , отражающая связи функции с порождаемыми ей ресурсами.

Таким образом, бизнес-процесс представляется в виде кортежа:

$$BP = \langle F, E, P, D, S, K, EF, FE, RF, FR \rangle.$$

В работах [7] и [8] представлен способ интерпретации выраженного таким образом бизнес-процесса в сеть Петри. Сети Петри являются одним из классов моделей, неоспоримым достоинством которых является возможность адекватного представления не только структуры сложных организационно-технологических систем и комплексов, но также и логико-временных особенностей процессов и их функционирования. Сети Петри представляют собой математическую модель для представления структуры и анализа динамики функционирования систем в терминах «условие-событие» [1]. Эта модель может быть успешно использована для описания так называемых динамических дискретных систем различных классов, таких как: вычислительные процессы и программы, технологические процессы, информационные, экономические, биологические, социальные и технические системы.

Для расширения возможностей сети Петри по работе со значениями атрибутов, выраженных, например, лингвистическими оценками или некоторыми нечеткими значениями, дополним сеть Петри до высокоуровневых нечетких сетей Петри (HLFPN, ВНСП), предложенных в [4].

В состав данной сети входят:

1) двудольный ориентированный граф вида  $HLFPN = \langle P, T, F \rangle$ , где  $P$  и  $T$  – два непересекающихся множества вершин ( $P \cap T = 0$ ), называемых позициями и переходами соответственно, а  $F$  – множество направленных дуг, каждая из которых соединяет позицию  $p \in P$  с переходом  $t \in T$ . Позиции соответствуют переменным, переходы представляют оценку новых нечетких подмножеств;

2) маркированные дуги с кортежами переменных, длина каждого кортежа является арностью базового набора переменной, связанной с дугой;

3) структура, расположенная в переходах  $T$ , реализует нечеткий производный вывод.

Определим  $V$  как лингвистическую переменную множества  $X$ . Маркер  $A$  – нечеткое число (значение) или функция принадлежности, определяющая множество  $T(V)$ .

Для каждого перехода  $t \in T$  может быть задано множество входных  $I(t) = \{p \in P \mid \langle p, t \rangle \in F\}$  и выходных позиций  $O(t) = \{p \in P \mid \langle t, p \rangle \in F\}$ . Аналогичные множества могут быть заданы и для каждой позиции  $p \in P$ . Переход  $t \in T$  активен, когда каждая позиция  $p \in I(t)$  содержит маркер с меткой  $\langle p, t \rangle$ . При срабатывании перехода  $t \in T$  маркеры с меткой  $\langle p, t \rangle$  удаляются из каждого входа и для каждого выхода добавляется маркер  $\langle t, p' \rangle$ . Переход может моделировать нечеткий продукционный вывод или конъюнкцию антецедентов, что определяет значения маркеров выходных позиций [2].

Таким образом, между формальным описанием бизнес-процесса в нотации ARIS eEPC и HLFPN устанавливается следующее соответствие [5]:

- множество функций  $F$  соответствует множеству переходов  $T$  HLFPN -  $F \leftrightarrow T$ ;
- множество атрибутов событий и ресурсов ARIS eEPC  $E, P, D, S, K$  ставится в соответствие множеству позиций  $P$  HLFPN -  $E \cup P \cup D \cup S \cup K \cup P$ ;
- множества переходов ARIS eEPC  $EF, FE, RF, FR$  ставятся в соответствие с набором направленных дуг  $F$  HLFPN  $EF \cup FE \cup RF \cup FR \longleftrightarrow F$ .

При использовании механизма интерпретации бизнес-процессов в сети Петри необходимо иметь возможность сохранения созданных структур и обеспечения обмена данными между различными системами, работающими с бизнес-процессами для решения вопросов интеграции и взаимодействия. Требуется разработать формализованный язык, обеспечивающий возможность сохранения всех необходимых данных о текущем состоянии всех элементов и процессов в системе.

В качестве такого языка предлагается использовать язык XML, который является расширяемым языком разметки и представляет из себя текстовый формат, предназначенный для хранения структурированных данных. Данный язык обеспечивает совместимость при передаче структурированных данных между разными системами обработки информации.

Рассмотрим элементы сети Петри и их представление в виде XML структур. На самом верхнем уровне формализации располагается метамодель – сеть Петри или «сеть сетей Петри». Такое представление необходимо для обозначения принадлежности элемента сети к определенной модели, а также для реализации механизма вложенных сетей Петри. Метамодель в системе должна иметь следующие элементы:

- 1) ID – идентификационный номер, по которому другим блокам будут указывать их принадлежность к модели;
- 2) Name – системное наименование, которым будет оперировать система при обмене и хранении данных;
- 3) XForm – параметры позиционирования сети в пространстве;
- 4) Text – подпись для пользователя;
- 5) Metamodel – указание принадлежности к другой сети. Поле может оставаться пустым, если модель считается корневой. При использовании формализма вложенных сетей Петри данный элемент может ссылаться на идентификатор метки, рассмотренной ниже.

XML структура метамодели представима следующим образом:

```
<Model ID="1" Name="Сеть работы предприятия">
  <XForm>
    <X>83.248031496062993</X>
    <Y>94.685039370078741</Y>
    <Width>1.10236220472441</Width>
    <Height>0.3149606299212622</Height>
  </XForm>
  <Text>Подпись</Text>
  <Metamodel>1</Metamodel>
</Model>
```

Позиция сети Петри в системе состоит из следующих элементов:

- 1) ID – идентификационный номер элемента;
- 2) NameU – системное наименование элемента;
- 3) Name – пользовательское наименование;
- 4) Type – тип элемента бизнес-процесса, из которого был интерпретирован блок;
- 5) XForm – параметры позиционирования элемента в пространстве;
- 6) Text – Подпись элемента на экране;
- 7) Mode – признак функциональности блока. Блок считается нефункциональным, если несет вспомогательный характер, например, раскрывает логические элементы бизнес-процесса или имеет другую служебную функцию;
- 8) Metamodel – Указание принадлежности блока к сети.

XML структура позиции представима следующим образом:

```
<Shape ID="1" NameU="Position" Name="Позиция" Type="Process">
  <XForm>
    <X>3.248031496062993</X>
    <Y>9.685039370078741</Y>
    <Width>1.10236220472441</Width>
    <Height>0.3149606299212622</Height>
    <InputPinX>3.248031496062993</InputPinX>
    <InputPinY>9.685039370078741</InputPinY>
    <OutputPinX>3.248031496062993</OutputPinX>
    <OutputPinY>9.685039370078741</OutputPinY>
    <Angle>0</Angle>
  </XForm>
  <Text>Позиция 1</Text>
  <Mode>Functional</Mode>
  <Metamodel>1</Metamodel>
</Shape>
```

Переход сети Петри содержит в своем составе те же элементы, что и позиция, но отличается наличием описания структуры нечеткого продукционного вывода на основе модели Сугено нулевого порядка в рамках элемента Sugeno0

и содержит набор входных, выходных переменных и правил. XML структура перехода представима следующим образом:

```
<Shape ID="2" NameU="Transfer" Name="Переход" Type="Function">
  <XForm>
    <X>3.2368031496062993</X>
    <Y>2.637039370078741</Y>
    <Width>1.45736220472441</Width>
    <Height>0.3145606299212622</Height>
    <InputPinX>3.248031496062993</InputPinX>
    <InputPinY>9.685039370078741</InputPinY>
    <OutputPinX>3.248031496062993</OutputPinX>
    <OutputPinY>9.685039370078741</OutputPinY>
    <Angle>0</Angle>
  </XForm>
  <Text>Переход 1</Text>
  <Mode>Functional</Mode>
  <Metamodel>1</Metamodel>
  <Sugeno0>
    <InputVariables>
      <InVariableValues>
        2,4,6,8
      </InVariableValues>
      <InFunction>
        F1(X),F2(X),F3(X)
      </InFunction>
    </InputVariables>
    <OutputVariables>
      A,b,c
    </OutputVariables>
  </Sugeno0>
</Shape>
```

Связи элементов сетей Петри в своем описании содержат следующие элементы:

- 1) FromSheet – идентификатор элемента, от которого исходит связь;
- 2) ToSheet – идентификатор элемента, на который указывает связь;
- 3) ConnectType – тип связи;
- 4) Metamodel – указатель на сеть, к которой объект принадлежит.

XML структура связи представима следующим образом:

```
<Connect FromSheet="3" ToSheet="2" ConnectType="Association" Metamodel
= "1"> </Connect>
<Connect FromSheet="3" ToSheet="1" ConnectType="Association" Metamodel
= "1"> </Connect>
```

Метка в сети Петри описывается следующими элементами:

ID – идентификационный номер элемента;  
 Name – системное имя метки;  
 MarkAttachment – идентификатор блока, к которому относится метка;  
 Metamodel – идентификатор модели, к которой относится метка.

XML структура метки представима следующим образом:

```
<Mark ID="M1" Name="Метка">
<MarkAttachment>3</MarkAttachment>
<Metamodel>1</Metamodel>
</Mark>
```

В таблице 1 представлено описание всех элементов и атрибутов XML схем представленного языка.

**Таблица 1. Описание элементов и атрибутов XML схем**

Элемент схемы	Описание	Пределы изменения
Shape ID	Идентификатор блока сети Петри	>0
NameU	Тип элемента	(Position,Transfer,Connector)
Name	Псевдоним	Русско-латинские символы+цифры
Type	Элемент бизнес-процесса	(Function, Process, Event, Information, organizational unit, XOR, OR)
XForm	Геометрические параметры расположения элемента	
X	Координата по оси X	>0
Y	Координата по оси Y	>0
Width	Ширина блока	>0
Height	Высота блока	>0
InputPinX	Координата X в для входных связей	>0
InputPinY	Координата Y для входных связей	>0
OutputPinX	Координата X в для выходных связей	>0
OutputPinY	Координата Y для выходных связей	>0
Angle	Угол поворота фигуры в градусах	(1,360)
Text	Выводимый текст на фигуре	Русско-латинские символы + цифры
Mode	Признак функционального или вспомогательного блока	(Functional, Helper)
FromSheet	От какого объекта исходит связь	>0
ToSheet	К какому объекту идет связь	>0
ConnectType	Тип связи	(Association, stDevelopment)
Metamodel	Принадлежность метамодели по идентификатору	>0
MarkAttachment	Принадлежность метки объекту по идентификатору	>0

Разработан формальный язык описания высокоуровневых нечетких сетей Петри, основанный на использовании языка XML. Конструктивные особенности языка XML являются достаточными для представления древовидных образований любой сложности, что особенно актуально при интерпретации вложенных сетей Петри. Данный формат является избыточным. Однако при необходимости для устранения этого недостатка можно применять алгоритмы сжатия, что, по результатам тестирования, приводит к существенному уменьшению размера файла [9]. Таким образом, использование представленного языка способно обеспечить сохранение и обмен нечетких бизнес-процессов в сложных организационно-технических системах.

**Список используемых источников:**

1. Сорокин Е.В. Способ интерпретации блок-схем алгоритмов в сети Петри для программирования интеллектуальных агентов // *Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности*. 2016. Т.1 №1 с. 24-30
2. Федулов А.С., Борисов В.В., Сеньков А.В. Карта процессов взаимодействия между субъектами и объектами регионального управления // *Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности*. 2016. Т.1 №1 с. 35-40
3. A. Senkov, V.Borisov, Risk assessment in fuzzy business processes based on High Level Fuzzy Petri net // *International Journal of Applied Engineering Research Volume 11, Number 16 (2016) pp 9052-9057*.
4. H. Scarpelli, F. Gomide, Fuzzy Reasoning and High Level Fuzzy Petri Nets, in: *Proc EUFIT93, European Congress on Fuzzy and Intelligent Technologies, Aachen, Germany, September 7-10, 1993, pp. 600-605*.
5. Thomas O., Dollmann T., Loos P. Rules Integration in Business Process Models. A Fuzzy Oriented Approach. // *Enterprise Modelling and Information Systems Architectures*. 2008. №2.
6. Сеньков А.В., Марголин М.С. Подход к идентификации рисков бизнес-процессов в нотации ARIS eEPC на основе высокоуровневых нечетких сетей Петри // *Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016. Труды конференции*. Т 1. Смоленск: Универсум, 2016. с 265-273.
7. Senkov A. V., Margolin M. S. Approach to identification of risks of business processes in the notation of ARIS eEPC on the basis of high-level indistinct Petri nets//*the Fifteenth national conference on an artificial intelligence with the international participation of CAI-2016. Conference proceedings. In 3 volumes. V 1. Smolensk: Universum, 2016. pp. 265-273*.
8. Sheer A.-V. ARIS – model operation of business processes. Williams, 2009.
9. Гавриленко С.Ю., Шитыков П.А. Использование языка XML для промежуточного представления программы // *Вестник национального технического университета Харьковский политехнический институт – 2008. Выпуск 24. 2–8. с 19-24*.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.285

Поступила (Received): 24.10.2016

**Старостин Н.П., Аммосова О.А.**  
**Исследование влияния способов теплоизоляции**  
**на охлаждение при сварке полипропиленовых**  
**труб в раструб при низких температурах**

**Starostin N.P., Ammosova O.A.**  
**Investigation of the influence of methods of thermal**  
**insulation on cooling when welding polypropylene**  
**pipes into a socket at low temperature**

*Предлагается методика сопоставления температурных полей после охлаждения при различных температурах окружающего воздуха для определения типа и размеров теплоизоляции. Для улучшения качества сварных соединений, полученных при низких температурах, предлагается использовать теплоизолирующие свойства воздушной прослойки, имеющей достаточно малое значение теплоемкости. Использование камеры с воздухом позволяет управлять охлаждением и получать распределение температуры в стенках трубы и муфты в некотором коридоре изменения*

**Ключевые слова:** полипропиленовые трубы, сварка в раструб, охлаждение, теплоизоляционная камера

**Старостин Николай Павлович**

*Доктор технических наук, профессор, зав. лабораторией*

*Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук  
г. Якутск, ул. Автоторожная, 20*

**Аммосова Ольга Александровна**

*Кандидат технических наук, старший научный сотрудник*

*Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук  
г. Якутск, ул. Автоторожная, 20*

*The comparison technique of temperature fields after cooling at various air temperatures for determination of the type and sizes of thermal insulation. It is offered to use heat-insulating properties of the air interlayer having rather small value of a thermal capacity for improvement of quality of the welded joints received at low temperatures. Using of the camera with air allows to manage a cooling and to obtain the temperature distribution in the pipe wall and coupling in some range*

**Key words:** polypropylene pipes, welding into a socket, cooling, thermal enclosure

**Starostin Nikolay Pavlovich**

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Laboratory*

*Institute of oil and gas problems Siberian branch of the Russian academy of sciences  
Yakutsk, Avtodorojnaya st., 20*

**Ammosova Olga Aleksandrovna**

*Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher*

*Institute of oil and gas problems Siberian branch of the Russian academy of sciences  
Yakutsk, Avtodorojnaya st., 20*

Применение полипропиленовых (ПП) труб для систем холодного и горячего водоснабжения позволяет коренным образом решить проблемы их защиты от коррозии, значительно повысить долговечность, минимизировать затраты

на эксплуатацию. В то же время, согласно действующим нормативным документам работы по строительству систем горячего и холодного водоснабжения из полипропиленовых труб в регионах холодного климата могут вестись около 160 дней в год вследствие температурных ограничений при транспортировании и сварке. Контактная сварка полипропиленовых труб в раструб проводится при температуре окружающего воздуха не ниже 0 °С. В случаях необходимости проведения сварки при других температурах воздуха работы рекомендуется выполнять в укрытиях (палатки, шатры и т.п.) с обеспечением подогрева зоны сварки [1].

Установление ограничения по температуре наружного воздуха, при котором допускается проводить сварочные работы, связано с недостаточным использованием возможностей существующей технологии сварки. Практически не используются методы управления температурным режимом сварки.

На основе математического моделирования теплового процесса показана возможность сварки полипропиленовых труб в раструб при температурах воздуха ниже нормативных [2]. Теоретически показано, что протекание теплового процесса по закономерностям, соответствующим динамике температурного поля при сварке в допустимых условиях достигается путем предварительного подогрева свариваемых концов трубы и муфты, сваркой в штатном режиме с охлаждением сварного соединения в теплоизоляционной камере. Поскольку этап охлаждения наиболее важный процесс при раструбной сварке ПП труб, формирующий сварное соединение, то регулированием скоростью охлаждения можно добиться прочности раструбного соединения, не уступающей сварному соединению, полученному при допустимой температуре

В данной работе рассматривается задача определение динамики температурного поля при охлаждении сварного раструбного соединения ПП труб при различных способах теплоизоляции в условиях низких температур окружающего воздуха (ОВ).

Допустим, что предварительный подогрев свариваемых концов трубы и муфты проводится согласно [2], а оплавление, технологическая пауза и приведение в контакт свариваемых поверхностей – согласно регламентируемыми нормативными документами временным параметрам [3].

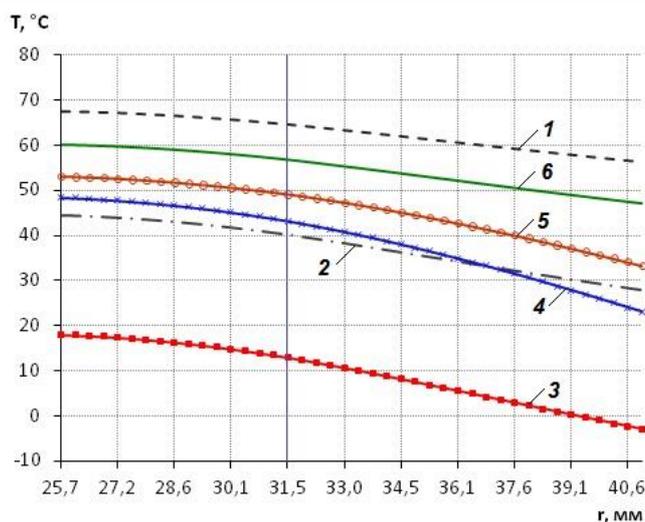
Моделирование охлаждения проводилось для ПП трубы SDR 11 63×5,8 при температуре ОВ минус 40 °С. Расчеты проводились при следующих данных:  $r_1 = 25,7$ ;  $r_2 = 31,5$ ;  $r_3 = 40,8$  мм;  $\lambda_1 = 0,40$ ;  $\lambda_2 = 0,20$  Вт/(кг·К);  $\rho_1 = 862$ ;  $\rho_2 = 702$  кг/м<sup>3</sup>;  $c_1 = 1900$ ;  $c_2 = 2100$  Дж/(кг·К). Длина подогреваемой области нагревательного инструмента равнялась 30 мм.

Рассмотрим первый способ теплоизоляции, представляющий собой слой вспененного полиэтилена, нанесенного непосредственно на внешнюю поверхность раструбного соединения. Расчетная толщина теплоизоляции равнялась 2 см. При охлаждении под теплоизоляцией с расчетной толщиной тепловой процесс протекает по закономерностям близким динамике температурного поля раструбной сварки при температуре ОВ 0 °С (рис. 1, кривая 4). Расчеты показывают, что при низких температурах ОВ увеличение толщины теплоизоляции до

3 см и его уменьшение до 1 см не приводит к существенному изменению распределения температуры по толщине стенки трубы и муфты в конце стадии охлаждения. Таким образом, использование вспененного полиэтилена в качестве теплоизоляции не позволяет управлять процессом охлаждения в широком температурном интервале. Аналогичный результат получается при использовании в качестве теплоизолятора других известных теплоизоляционных материалов. Качество сварного соединения при сварке в условиях низких температуры с использованием слоя теплоизоляции будет близко качеству сварного соединения, полученного при допустимой температуре 0 °С. Тем не менее, использование слоя теплоизоляции не позволяет улучшать качество сварного соединения при сварке в условиях низких температур.

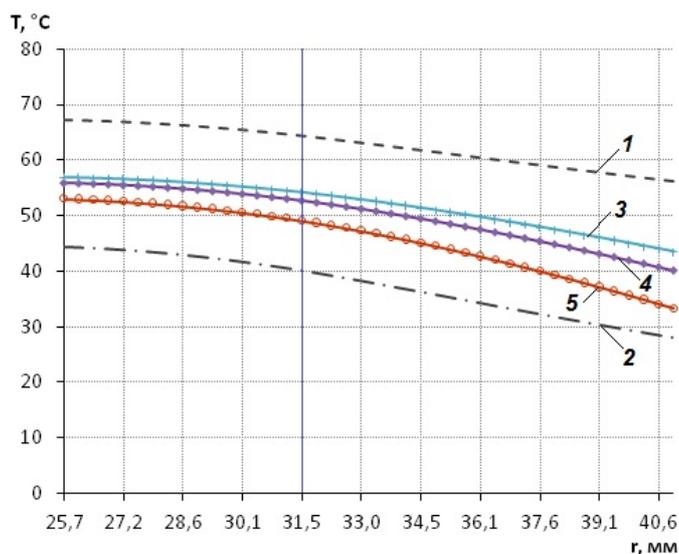
Качество сварных соединений, полученные проведением сварки ПП труб при температурах воздуха ниже нормативных согласно расчетным технологическим параметрам, невозможно улучшить изменением толщины слоя теплоизоляции из традиционных теплоизоляционных материалов. Такое положение объясняется тем, что традиционные теплоизоляционные материалы эффективны при сохранении теплоты при стационарном тепловом процессе, при котором теплоемкость не влияет на распределение и динамику температуры. При управлении нестационарным тепловым процессом, каковым является процесс охлаждения при сварке, значение теплоемкости теплоизоляционного материала имеет существенное влияние на динамику и распределение температуры. Распределение температуры в муфте и трубе существенно меняется при малых значениях теплоемкости теплоизоляционного материала. Исходя из этого, для улучшения качества сварных соединений, полученных при низких температурах, предлагается использовать теплоизолирующие свойства воздушной прослойки, имеющей достаточно малое значение теплоемкости.

На рис. 1 представлены распределения температуры в конце стадии охлаждения (6 минут) при использовании различных способов теплоизоляции и без нее. При допустимых значениях температур ОВ 0 и 35 °С охлаждение проводится без теплоизоляции (кривые 1–2). За критерий оценки возьмем перепад температур по радиальной переменной в конце этапа охлаждения при допустимых температурах воздуха. Так при температуре ОВ равной 0 °С перепад достигает 17 °С, а при температуре 35 °С перепад температур составляет 11 °С. Например, перепад температур по радиальной координате в конце охлаждения при допустимой температуре воздуха (23 °С) составляет примерно 13 °С (кривая 6). При температуре ОВ -40 °С охлаждение без теплоизоляции приводит к существенному снижению температур и кривые распределения температур лежат вне допустимого коридора изменения температур (кривая 3). Перепад температур в конце охлаждения с использованием теплоизоляции достигает 25 °С, что может привести к формированию значительных температурных напряжений в зоне сварного соединения и отразиться на качестве последнего. Использование камеры со слоем воздуха 1 см, выполненной из теплоизоляционного материала (вспененного полиэтилена) толщиной 1 см, приводит к допустимому распределению температуры в конце стадии охлаждения (кривая 5). Для сравнения приводится распределение температуры в конце охлаждения при температуре 23 °С (кривая 6).



**Рис. 1. Распределение температуры в стенках трубы и муфты по радиальной координате после охлаждения сварного соединения с течение 6 мин при различных условиях на внешней поверхности муфты: 1 – температура ОВ 35 °С; 2 – температура ОВ 0 °С; 3 – температура ОВ -40 °С без теплоизоляции; 4 – температура ОВ -40 °С с теплоизоляцией толщиной 2 см; 5 – температура ОВ -40 °С с камерой (1 см воздух, 1 см толщина стенки камеры); 6 – температура ОВ 23 °С**

Использование камеры позволяет регулировать динамику и распределение температуры изменением высоты камеры (толщины слоя воздуха). На рис. 2 представлены распределения температуры в стенках трубы и муфты в конце охлаждения при различных вариантах камеры. Увеличение толщины воздушной прослойки приводит к повышению температуры по всей толщине стенок (кривые 3–5). Закономерность изменения температуры по толщине стенки близка к допустимым распределениям.



**Рис. 2. Распределение температуры в стенках трубы и муфты по радиальной координате после охлаждения сварного соединения с течение 6 мин при различных вариантах камеры и температуре ОВ -40 °С (кривые 3-5): 1 – температура ОВ 35 °С; 2 – температура ОВ 0 °С; 3 – камера (3 см воздух, 2 см толщина стенки камеры); 4 – камера (2 см воздух, 2 см толщина стенки камеры); 5 – камера (1 см воздух, 1 см толщина стенки камеры)**

Перепад температур по радиальной координате в конце этапа охлаждения в теплоизоляционной камере составляет 15 °С (кривая 4), что не превышает перепады температур при допустимых температурах. С увеличением толщины прослойки воздуха кривые поднимаются вверх и сходятся к некоторой предельной зависимости. Следовательно, использование камеры с воздухом позволяет управлять охлаждением и получать распределение температуры в стенках трубы и муфты в некотором коридоре изменения.

**Список используемых источников:**

1. СП 40-102-2000 Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования.
2. Старостин Н.П., Аммосова О.А., Ботвин Г.В. Тепловой процесс сварки полипропиленовых труб в раструб при низких температурах // Сварка и диагностика. 2015. №6. С. 57–61.
3. СП 40-101-96 Проектирование и монтаж трубопроводов из полипропилена «Рандом сополимер». М.: Минстрой России, 1997. 46 с.

---

© 2016, Старостин Н.П., Аммосова О.А.  
Исследование влияния способов теплоизоляции на охлаждение при сварке полипропиленовых труб в раструб при низких температурах

---

© 2016, Starostin N.P., Ammosova O.A.  
Investigation of the influence of methods of thermal insulation on cooling when welding polypropylene pipes into a socket at low temperature

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.290

Поступила (Received): 01.10.2016

**Старостин Н.П., Васильева М.А.**  
**Сокращение продолжительности предварительного  
подогрева для сварки полипропиленовых труб  
в раструб в условиях низких температур**

**Starostin N.P., Vasilyeva M.A.**  
**Reduction of duration of preheating for welding of the  
polypropylene pipes into the socket at low temperatures**

Рассматривается этап подогрева свариваемых концов полипропиленовой трубы и муфты с помощью специальных сменных насадок для последующей сварки в раструб в условиях низких температур. Моделируется тепловой процесс в полипропиленовой трубе, контактирующей со сменной насадкой, в основании которой поддерживается постоянная температура с помощью нагревательной пластины с известной температурой. Для сокращения продолжительности подогрева рассмотрен пример с температурой нагревательного элемента +35 С

**Ключевые слова:** полипропиленовая труба, температура, математическая модель, подогрев

**Старостин Николай Павлович**

Доктор технических наук, профессор, зав. лабораторией

Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук  
г. Якутск, ул. Автоторожная, 20

**Васильева Мария Александровна**

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник

Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук  
г. Якутск, ул. Автоторожная, 20

The stage of preheating of the welded ends of the polypropylene pipe and coupling by means of special replaceable nozzles for subsequent welding into the socket at low temperatures is considered. Thermal process in the polypropylene pipe contacting to a removable nozzle in which basis constant temperature by means of a heating plate with the known temperature is maintained is simulated. For reduction of preheating duration an example with temperature of heating element of +35 С is reviewed

**Key words:** polypropylene pipe, temperature, mathematical model, heating

**Starostin Nikolay Pavlovich**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Laboratory

Institute of oil and gas problems Siberian branch of the Russian academy of sciences  
Yakutsk, Avtodorojnaya st., 20

**Vasilyeva Mariya Aleksandrovna**

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher

Institute of oil and gas problems Siberian branch of the Russian academy of sciences  
Yakutsk, Avtodorojnaya st., 20

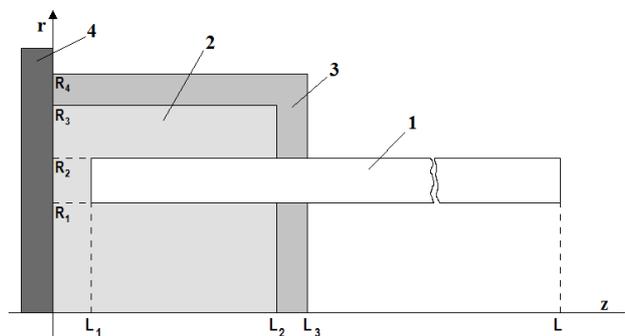
Согласно нормативным документам контактную сварку полипропиленовых труб рекомендуется проводить при температурах воздуха не ниже 0 °С [1]. В случаях необходимости проведения сварки при других температурах воздуха

работы рекомендуется выполнять в укрытиях (палатки, шатры и т.п.) с обеспечением подогрева зоны сварки [2].

В работах [3-4] предложен и научно обоснован способ стыковой сварки полиэтиленовых (ПЭ) труб при низких температурах, основанный на управлении тепловым процессом сварки в окрестности сварного соединения. Установлено, что предварительный подогрев свариваемых труб на небольшую длину вылета, оплавление торцов труб и осадка в стандартном режиме с дальнейшим охлаждением сварного соединения в теплоизоляционной камере определенного размера позволяет получить соединение с необходимым качеством. Для разработки аналогичного способа сварки в раструб полипропиленовых труб при температурах воздуха ниже нормативных необходимо исследовать тепловой процесс на всех этапах сварки, включая предварительный подогрев.

В данной работе рассматривается этап предварительного подогрева свариваемых концов полипропиленовой трубы и муфты с помощью сменных насадок для последующей сварки при низких температурах.

Тепловые процессы подогрева свариваемых концов трубы и муфты аналогичны. Отличия заключаются только в диаметрах и длине вылета, на которую подогреваются труба и муфта. По конструктивным особенностям муфта может быть подогрета сменной насадкой на длину раструба. На рис. 1 представлена расчетная схема подогрева стенки трубы (муфты) с помощью нагревательной пластины сварочного аппарата со сменной насадкой.



**Рис. 1. Расчетная схема подогрева стенки трубы (муфты):**  
**1 – стенка трубы (муфты); 2 – сменная насадка для подогрева;**  
**3 – слой теплоизоляции; 4 – нагревательная пластина сварочного аппарата**

Положим, что сменная насадка предварительно разогрета с помощью нагревательной пластины с температурой  $T_{нагр}$  в течение определенного времени и его температурное поле  $T_{нас}(r,z)$  известно из расчета. Нестационарное температурное поле в стенке трубы при подогреве сменной насадкой, в воздухе внутри трубы и в сменной насадке с теплоизоляцией описывается уравнением теплопроводности в цилиндрических координатах:

$$C_i \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda_i}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \lambda_i \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}, \tag{1}$$

$$0 < r < R_4, \quad 0 < z < L, \quad 0 < t \leq t_m$$

с начальным условием:

$$T(r, z, 0) = T_{окр}, \quad R_1 \leq r \leq R_2, \quad L_1 \leq z \leq L, \quad (2)$$

$$T(r, z, 0) = T_{нас}, \quad \begin{cases} 0 \leq r \leq R_1, & 0 \leq z \leq L_3, \\ R_1 \leq r \leq R_2, & 0 \leq z \leq L_1, \\ R_2 < r \leq R_4, & 0 \leq z \leq L_3, \end{cases} \quad (3)$$

и граничными условиями:

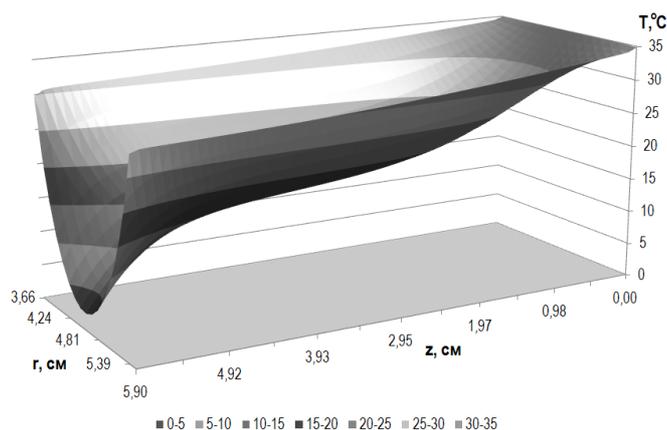
$$T(r, 0, t) = T_{нагр}, \quad \lim_{r \rightarrow 0} \left( r \lambda_i \frac{\partial T}{\partial r} \right) = 0, \quad \lambda_i \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_G = -\alpha (T|_G(r, z, t) - T_{окр}), \quad (4)$$

где  $G$  – свободная поверхность, на которой происходит конвективный теплообмен с окружающим воздухом с коэффициентом  $\alpha$ ,  $\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности,  $C_i$  – объемная теплоемкость, индекс  $i=1$  для материала трубы (муфты),  $i=2$  – для насадки,  $i=3$  – для теплоизоляционного материала. Задача решалась численно методом конечных разностей [5].

Расчеты проводились при следующих исходных данных:  $C_1=1,76 \cdot 10^6$ ;  $C_2=3,82 \cdot 10^6$ ;  $C_3=13,4 \cdot 10^3$ ;  $\frac{Дж}{м^3 \cdot ^\circ C}$ ;  $\lambda_1=0,22$ ;  $\lambda_2=53$ ;  $\lambda_3=0,05$ ;  $\frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}$ ;  $\alpha=10$ ,  $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$ .

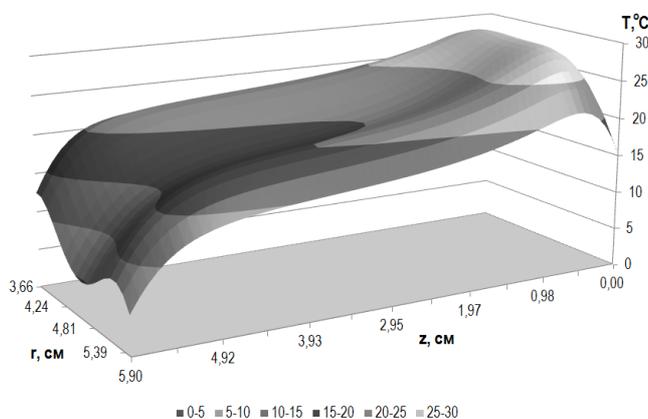
Рассматривался процесс подогрева ПП трубы для горячего водоснабжения PN20 Ø110 с толщиной стенки 18,4 мм. В начальный момент времени температура в стенке трубы равна температуре окружающего воздуха минус 40 °С. Варьированием значений определялась температура нагревательной пластины  $T_{нагр}$ , продолжительность подогрева, при которых во всех точках стенки трубы с длиной вылета  $l_{раструб}$  достигалось близкое к однородному распределение температуры со значениями в допустимом для сварки интервале.

Расчеты при подогреве с температурой нагревательной пластины 20 °С показали, что для получения однородного распределения температуры в пределах раструба (36 мм) продолжительность подогрева составляет 20 минут. Полученное время подогрева можно сократить повышением температуры нагревательной пластины. Результатом сокращения времени воздействия и повышения температуры нагревательного инструмента будет существенная неоднородность распределения температуры. На рис. 2 представлено распределение температуры после 9 минут воздействия нагревательным инструментом с температурой 35 °С. Полученная неоднородность снижается последующим свободным охлаждением стенки трубы на открытом воздухе с низкой температурой. Распределение температуры после 1 минуты свободного охлаждения представлено на рис. 3. Полученное распределение в пределах длины раструба на 7-8 градусов отклоняется от однородного распределения температуры 22 °С. Такое отклонение составляет около 5 % от температуры плавления полипропилена и 3 % от температуры нагревательного инструмента при сварке в раструб ПП труб, что позволяет полученное отклонение распределения температуры от однородного считать незначительным. Таким образом, повышение температуры нагревательного инструмента до 35 °С позволяет сократить время предварительного подогрева для сварки ПП труб для горячего водоснабжения в 2 раза, по сравнению с продолжительностью подогрева инструментом с температурой 20 °С.



**Рис. 2. Распределение температуры по толщине трубы PN20 Ø110 при  $T_{окр} = -40^{\circ}C$ ,  $T_{нагр} = +35^{\circ}C$  за 9 минут подогрева**

Полученные результаты рассмотренного примера могут быть обобщены для других размеров труб и температур воздуха ниже нормативных. Расчетами динамик температурных полей показано, что нагревательная пластина с температурой 35 С может быть эффективно использована для подогрева ПП труб с диаметрами менее 110 мм.



**Рис. 3. Распределение температуры по толщине трубы PN20 Ø110 при  $T_{окр} = -40^{\circ}C$ ,  $T_{нагр} = +35^{\circ}C$  после охлаждения в течении 60 сек**

Таким образом, предлагаемая методика позволяет сократить продолжительность предварительного подогрева торцов и определить технологические параметры подогрева (продолжительности подогрева и охлаждения для выравнивания температур) для труб горячего водоснабжения (категории PN20) различного диаметра в интервале низких температур воздуха.

**Список используемых источников:**

1. СП 40-101-96. Свод правил по проектированию и монтажу трубопроводов из полипропилена «Рандом сополимер».
2. СП 40-102-2000. Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования.
3. Старостин Н.П., Герасимов А.И., Аммосова О.А. Способ сварки полимерных труб. Патент РФ № 2343331 RU F16L 13/00, 47/00. Бюл. № 1, 2009.
4. Starostin N.P., Vasil'eva M.A., Danzanova E.V., Ammosova O.A. Butt welding of polyethylene pipes at low temperatures // *Welding International*. 2013. Vol. 27. No. 4. P. 318-320.
5. Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1977. 656 с.

---

© 2016, Старостин Н.П., Васильева М.А.  
Сокращение продолжительности  
предварительного подогрева для сварки  
полипропиленовых труб в раструб в условиях низких  
температур

---

© 2016, Starostin N.P., Vasilyeva M.A.  
*Reduction of duration of preheating for welding of the  
polypropylene pipes into the socket at low  
temperatures*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.295

Поступила (Received): 24.10.2016

**Степанов Е.Д.**  
**Конструкторско-технологическое обоснование  
оптимизации себестоимости производства  
гидроцилиндров**

**Stepanov E.D.**  
**Design and technological substantiation of optimization  
of the cost of production of hydraulic cylinders**

*В работе проведен анализ совершенствования конструкции и технологического процесса гидроцилиндра для крупнотоннажной техники. Обоснованное изменение технологии позволило оптимизировать себестоимость процесса, в результате чего значительно сократить отпускную цену готового продукта*

**Ключевые слова:** себестоимость, технологический процесс, гидроцилиндр, механическая обработка

*Analyzed improving the design and technological process for large-cylinder technology. Reasonable changes in technology allowed optimizing process costs, resulting in significantly reduced the selling price of the product*

**Key words:** cost price, process, hydraulic cylinder, machining

**Степанов Евгений Дмитриевич**

Студент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (филиал)  
г. Калуга, ул. Баженова, 2

**Stepanov Evgeniy Dmitrievich**

Student

Moscow state technical university named N.E. Bauman (branch)  
Kaluga, Bazhenova st., 2

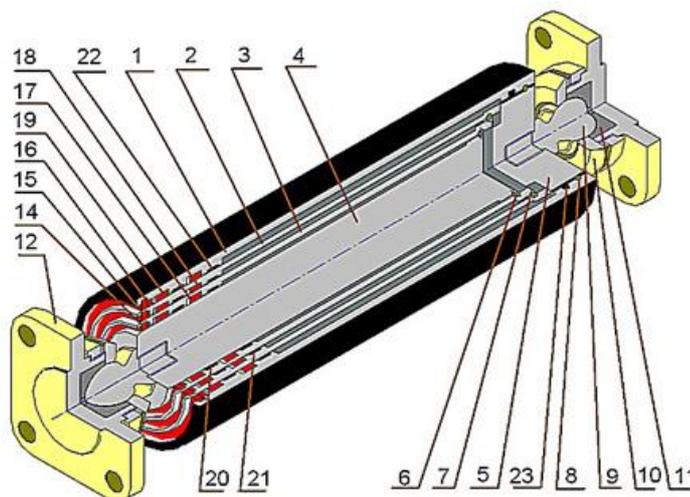
В современном мире важнейшей задачей промышленных предприятий является повышение конкурентоспособности производимой продукции. Одним из показателей конкурентоспособности является качество. Успешная реализация качественного продукта является главным источником существования любого предприятия [1]. Современные успешные предприятия с сертифицированной системой менеджмента качества, руководствующиеся стандартами ИСО 9000, осуществляют оценку качества продукции при передаче потребителю на основе выборочного контроля [2]. Однако, схожих качественных показателей, таких как точность, чистота поверхности и др. можно добиться разными технологическими операциями. При этом, для предприятия изготовителя, чтобы повысить конкурентные преимущества, при сопоставимом качестве, целевой функцией в разработке технологических процессов является минимальная себестоимость.

Спецтранспорт, такой как самосвалы, трактора, грейдеры, пользуются значительным спросом на рынке услуг. Содержание тяжелой и сложной техники требует значительных затрат. Выход из строя одного крупного узла, например, такого как гидроцилиндр влечет серьезные расходы. Для самосвалов или бульдозеров он является ключевым работающим элементом. При замене гидроцилиндра сопоставимого уровня качества, основополагающим станет его отпускная стоимость. Чтобы привлечь данного заказчика, производителю потребуется предложить конкурентную цену, а это возможно в случае, когда себестоимость изготовления ниже, чем у конкурентов.

Производство гидроцилиндра связано с рядом нетехнологичных аспектов. Например, растачивание глубоких отверстий, их шлифование, шлифование наружных поверхностей. Дополнительные операции значительно увеличивают себестоимость изготовления. Снижение себестоимости производства особенно актуально в условиях кризиса.

В данной работе, показан пример, в котором производители предложили незначительное совершенствование конструкции гидроцилиндра, благодаря чему из технологического процесса становится возможным исключение нетехнологичных операций, что в свою очередь ведет к высвобождению оборудования и снижению расходов.

Обычно в конструкции гидроцилиндра присутствуют элементы трения – поршень или, установленная на штоке, опорная направляющая и внутренняя поверхность гильзы гидроцилиндра. Обработка внутренних поверхностей является крайне затруднительным процессом, особенно при обработке длинных заготовок.



**Рис. 1. Схема устройства гидроцилиндра подъема кузова КамАЗа 55111 производства ООО «Гидро-сервис» [3]: 1 – Гильза гидроцилиндра; 2 – Шток (плунжер) O95; 3 – Шток (плунжер) O75; 4 – Шток (плунжер) O56; 5 – Крышка гидроцилиндра; 6, 7 – Кольцо упорное 12.8603407-01; 8 – Кольцо стопорное проволока пружинная D=5 L=380мм; 9 – Головка шаровая 5511-8603147; 10 – Гайка 5511-8603098; 11 – Вкладыш; 12 – Опора 5511-8603146; 14, 15, 16 – Чистильщик 12.8603404-24; 17, 18, 19 – Манжета 12.8603403-14; 20 – Опорно-направляющие кольцо штоковое D=56\*12,5\*3; 21 – Опорно-направляющие кольцо штоковое D=75\*12,5\*3; 22 – Опорно-направляющие кольцо штоковое D=75\*12,5\*3**

Следуя предлагаемой идее можно растачивать внутреннюю поверхность только под крышку гидроцилиндра (5 рис. 1) и демпфирующую часть (элементы 14–22 рис. 1), находящиеся на малом расстоянии от края гильзы. Эта операция не вызывает трудностей [3].

Выдвигающийся шток гидроцилиндра должен иметь крайне низкую шероховатость для обеспечения надежного прилегания манжеты и исключения протекания масла из гильзы гидроцилиндра. Процесс шлифования, в современных технологиях стараются исключить, так как результатом его являются растягивающие остаточные напряжения, снижающие эксплуатационные свойства изделий.

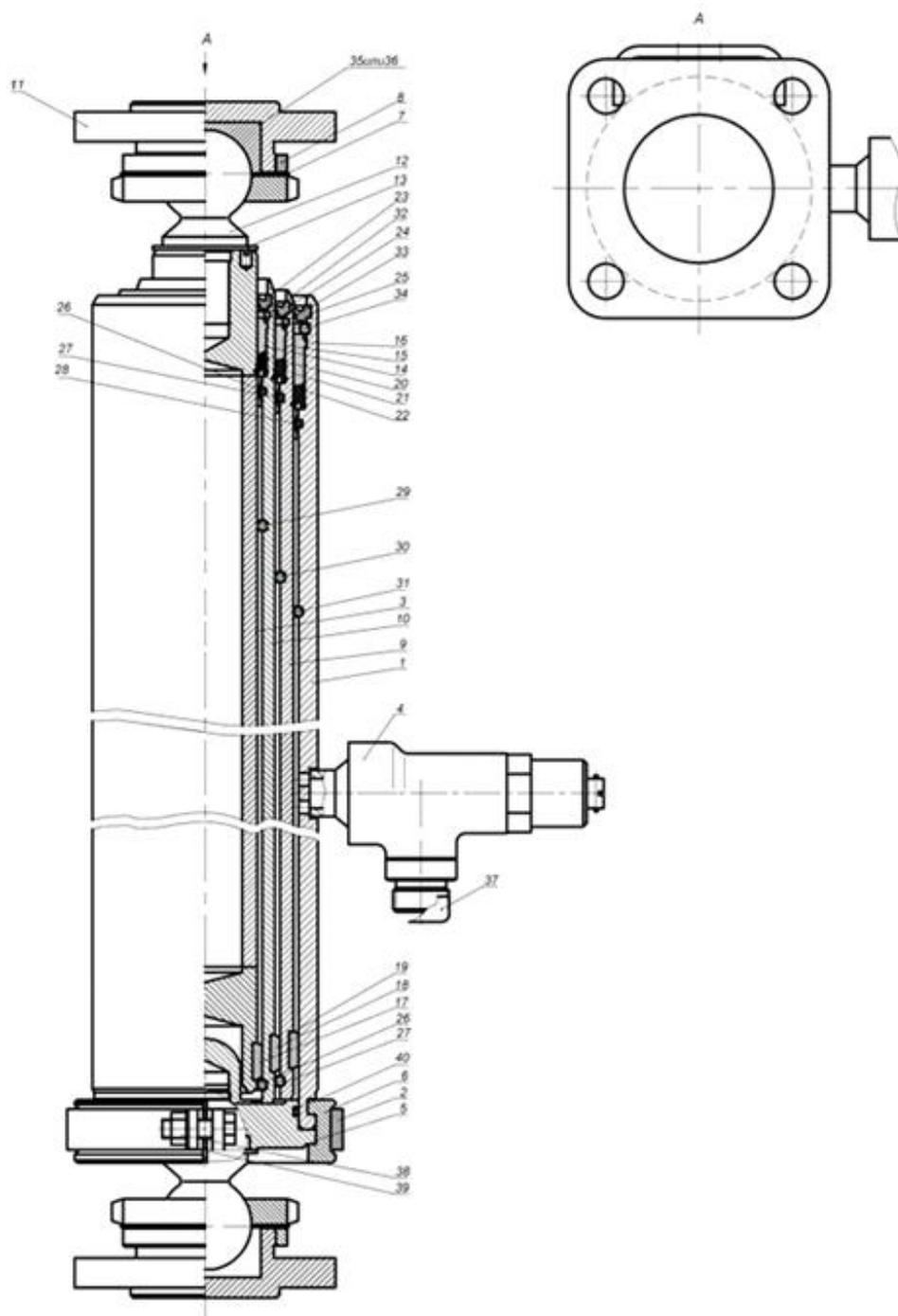


Рис. 2 Схема устройства гидроцилиндра подъема кузова КамАЗа 55111 прочих производителей [4]

В данном случае шлифование поверхности штоков (2, 3, 4 рис. 1) предложено заменить поверхностно-пластической деформацией (ППД), с помощью обкатывания роликом. Ее легко осуществить на токарном станке. Кроме того, в результате ППД, на поверхности образуются сжимающие остаточные напряжения, что увеличивает усталостную прочность изделий. Для увеличения жесткости системы, при обработке длинных штоков, применяются люнеты.

Привычная конструкция гидроцилиндров предполагает наличие двух направляющих – передней (14, 15, 16 рис. 2) и задней (17, 18, 19 рис. 2). Изменение конструкции предполагает обе направляющие разместить спереди (20, 21 рис. 1) и максимально разнести между собой. Это позволит отказаться от затратной финишной обработки внутренних поверхностей цилиндра раскатыванием, а применить растачивание на необходимой длине. Канавки под направляющие следует обрабатывать так, чтобы зазор между направляющими и последующим штоком не превышал 0,05 мм, в результате чего последующий шток плотно обжимается направляющими, и ступень не перекашивает исключая заклинивание.

Вместо чугуна предложено использовать угленаполненный полиамид, который позволяет достичь высокой степени обжатия штока. Так направляющие из угленаполненного полиамида позволяют создать зазор между штоком и направляющей менее 0,05 мм, в то время как чугунные направляющие позволяют создать зазор лишь 1 – 2 мм что, часто приводит к быстрому выходу из строя манжет.

Предложенное совершенствование конструкции гидроцилиндра кроме повышения технологичности, влечет увеличение срока службы. Высокий уровень качества достигается также, благодаря высокой точности обработки металлических поверхностей, использования высококачественных, долговечных уплотнений, а также встроенных систем демпфирования в конце входа цилиндра и удаления воздуха из нерабочей зоны.

Данное совершенствование технологии изготовления успешно реализовано Людиновским предприятием ООО «Гидро-сервис».

Вследствие всех вышеизложенных факторов разница отпускных цен между продукцией ООО «Гидро-сервис» и продукцией выпускаемой другими предприятиями существенна. Снижение себестоимости изготовления гидроцилиндров, позволило снизить отпускную стоимость более 1500 рублей. Например, гидроцилиндр 55111-8603010 ЦГС.16.Ф.Ф.56.75.95-3400 подъема платформы (кузова) самосвалов КАМАЗ 55111,45141 10т стоит 23895 рублей при заказе на сайте предприятия [Gidrocyindr.ru](http://Gidrocyindr.ru) и 26137,18 рублей на сайте [Tiu.ru](http://Tiu.ru) или 25300 рублей на сайте [Arsenalzr.ru](http://Arsenalzr.ru). Разница особенно значительна при заказе большого количества единиц продукции.

#### **Список используемых источников:**

1. Калмыков В.В., Космынина Е.В., Сорокин П.С. Выбор методов оценки точности технологических процессов // Инженерный вестник. 2012. № 8. С. 4.
2. Калмыков В.В., Антонюк Ф.И., Зенкин Н.В., Малышев Е.Н. Организация статистического приемочного контроля качества продукции по количественному признаку // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 162.

3. Гидро-Сервис надежные цилиндры. URL: [http://www.gidrocyindr.ru/gidrocilindry\\_kamaz/](http://www.gidrocyindr.ru/gidrocilindry_kamaz/)

4. Автозапчасти Autodoc.ru.

URL: <http://www.autodoc.ru/acat/render?group=19&mark=8&model=885&typeauto=2>

---

© 2016, Степанов Е.Д.

*Конструкторско-технологическое обоснование  
оптимизации себестоимости производства  
гидроцилиндров*

---

© 2016, Stepanov E.D.

*Design and technological substantiation of  
optimization of the cost of production of hydraulic  
cylinders*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.300

Поступила (Received): 27.10.2016

**Сёмочкин А.Н., Сёмочкина О.А.**  
**Применение различных видов информационных технологий как элементов структуры процесса обучения на примере ФГБОУ ВО «БГПУ»**

**Semochkin A.N., Semochkin O.A.**  
**The application of different types of information technologies as elements of the structure of the learning process on the example of Blagoveshchensk state pedagogical university**

*В статье рассматриваются элементы процесса обучения, в которые эффективно встраиваются информационные технологии, разрабатываемые и используемые в ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет». Раскрывается идея внедрения интеллектуальных посредников в качестве интерактивного ядра процесса обучения*

**Ключевые слова:** электронное обучение, электронный журнал

**Сёмочкин Александр Николаевич**

*Кандидат физико-математических наук, доцент, начальник управления  
Благовещенский государственный педагогический университет  
г. Благовещенск, ул. Ленина, 104*

**Сёмочкина Оксана Анатольевна**

*Кандидат педагогических наук, доцент  
Благовещенский государственный педагогический университет  
г. Благовещенск, ул. Ленина, 104*

*The article discusses the elements of the learning process, in which effectively integrate information technologies developed and used in the "Blagoveshchensk state pedagogical University". Revealed the idea of introducing intelligent intermediaries as a core of the interactive learning process*

**Key words:** e-learning, electronic journal

**Semochkin Aleksandr Nikolaevich**

*Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor, Director of Department  
Blagoveshchensk state pedagogical university  
Blagoveshchensk, Lenin st., 104*

**Semochkina Oksana Anatolyevna**

*Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor  
Blagoveshchensk state pedagogical university  
Blagoveshchensk, Lenin st., 104*

Современный институт образования невозможно себе представить без использования информационных технологий. Рассмотрим некоторые приложения информационных технологий в обучении с точки зрения методологии эффективной организации труда людей, занятых обработкой и хранением информации с помощью вычислительной техники, и организации взаимодействия людей и оборудования.

Результаты работы учеников ежедневно фиксируются школьным учителем в виде оценок за ученические работы в журналах и дневниках. Преподаватель в вузе имеет возможность выставлять документально оценки два раза в год во время сессии, поэтому у каждого преподавателя существует своя технология фиксирования успеваемости студентов во время семестров. На смену традиционным методам приходят унифицированные технологии электронных журналов и дневников, повышающие скорость и полноту реализации учета успеваемости, возможности анализа и отчетности в любой форме. В Благовещенском государственном педагогическом университете методом такой эффективной обработки и хранения информации является технология е-журнал [4]. База данных электронного журнала синхронизирована с системой учета студентов университета, информация о контингенте студентов обновляется автоматически. Электронный журнал содержит два режима: учащийся и преподаватель. Студент дистанционно может просматривать свои оценки, получать сообщения (напоминания от преподавателя о том или ином виде деятельности). Преподаватель редактирует и создает свои журналы, описывает виды деятельности, содержание работ и задания к домашним работам, выставляет отметки за выполненные задания, может оценивать рейтинг обучающихся по различным параметрам.

Любой процесс обучения представляет собой взаимодействие двух процессов – процесса преподавания и процесса учения, взаимодействие между которыми осуществляется посредством содержания образования с помощью организационных форм, методов и средств обучения [3]. Как всякая деятельность процессы преподавания и учения содержат в себе системы действий, осуществляемые учителем и учеником, взаимосвязанные и направленные на выполнение совместных задач, поставленных в процессе обучения. Учитель воздействует на ученика методически переработанным и адаптированным к организационным формам и средствам обучения содержанием образования (учебным материалом), вызывая взаимодействие ученика с содержанием учебного материала. Учебный материал участники процесса могут получать через интернет, видео фильмы, презентации и специализированные информационные технологии. В ходе взаимодействия ученика с содержанием учебного материала учитель проверяет, а ученик сигнализирует учителю о результатах своей деятельности (осуществляется деятельность по обеспечению обратной связи). О результатах труда преподаватель узнает через контрольные, самостоятельные, проектные и т.п. работы. Одной из форм контроля знаний обучаемого является электронное тестирование. Вид тестов зависит от целей и задач, поставленных перед тестированием, и от способов их реализации. Эффективность контроля можно оценить с точки зрения соответствия уровня его трудности уровню подготовленности тестируемых в данный момент. Бесплезно давать слабым испытуемым трудные задания, неэффективно легкий тест давать сильным ученикам. Адаптивные (многоуровневые) тесты служат способом решения проблемы эффективности. Адаптивный тест содержит в себе тестовые задания различной степени сложности. Особенность данного теста заключается в том, что переход с одного уровня на другой осуществляется путем неправильного ответа на

вопрос более сложного уровня. Данный тест позволяет оценить знания учеников с различной степенью усвоения материала. Компьютерные тесты можно реализовать с помощью «Редактора тестов», разработанного в БГПУ [5]. Более сложным, по своей структуре, является реализация теста в форме конструктора, когда можно контролировать процесс решения математического задания, который разбивается на элементарные шаги, представленных в виде открытых тестов [6].

Взаимодействие преподавателя и обучаемого может протекать как в непосредственной, так и в опосредованной форме. При непосредственном взаимодействии преподаватель и обучаемый совместно реализуют задачи обучения. При опосредованном взаимодействии обучаемые выполняют задания и инструкции, данные учителем ранее. При таком виде взаимодействия в качестве интеллектуального средства можно использовать компьютер, когда на него возлагается часть функций преподавателя.

Интерактивные обучающие ресурсы, подготовленные в авторской системе Iskanderus eLearning, с помощью определенных видов взаимодействий учащегося с учебной средой обеспечивают реализацию процесса обучения посредством электронного устройства, что позволяет учитывать индивидуальные особенности обучаемого, активно помогает учащимся сосредоточить внимание на наиболее важных аспектах изучаемого материала, подобрать для каждого учащегося определенную скорость подачи информации, количество повторений и объяснений непонятных моментов, не торопит с решениями, дает возможность несколько раз ознакомиться с тем или иным материалом [1, 2]. Для того чтобы повысить качество усвоения учебного материала с помощью электронных посредников, преподаватель должен моделировать деятельность учащегося до момента включения его в процесс обучения, учитывать различные траектории развития процесса взаимодействия обучаемого с материалом и адекватно использовать имеющиеся информационные технологии [3]. Интерактивные обучающие ресурсы подготовленные по описываемой технологии используются студентами физико-математического и международного факультетов ФГБОУ ВО «БГПУ».

Эффективность информационной технологии определяется, в конечном счете, квалификацией людей, участвующих в процессе информатизации, в том числе и при подготовке обучающих ресурсов. Выбор используемых технологий должен быть основан на принципе доступности потребителям и оценке их эффективности в приложении к задачам обучения.

#### **Список используемых источников:**

1. Сёмочкин А.Н., Сёмочкина О.А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015660413 «Система интерактивного электронного обучения Iskanderus-eLearning». Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 30 сентября 2015 г.
2. Сёмочкина О.А. «Интерактивные обучающие ресурсы в системе Iskanderus eLearning» // Проблемы и перспективы обучения математике и естественнонаучным дисциплинам в средней и высшей школах в условиях внедрения новых ФГОС. Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2014.
3. Сёмочкина О.А. Компьютерные интеллектуальные посредники в процессе преподавания теории вероятностей // Проблемы и перспективы обучения математике, информатике и естественнонаучным дисциплинам в средней и высшей школах в условиях внедрения новых ФГОС. Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2013.

4. Магда А.А. Электронный журнал. URL: <http://www.bgpu.ru/ejournal>
5. Сёмочкин А.Н. Редактор электронных тестов: Методические рекомендации по созданию и использованию электронных тестов. Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2008. 24 с.
6. Сёмочкин А.Н., Сёмочкина О.А. Интерактивные обучающие ресурсы на примере использования системы Iskanderus eLearning // Современные тенденции в образовании и науке. Тамбов. 2014.

---

© 2016, Сёмочкин А.Н., Сёмочкина О.А.  
*Применение различных видов информационных технологий как элементов структуры процесса обучения на примере ФГБОУ ВО «БГПУ»*

---

© 2016, Semochkin A.N., Semochkin O.A.  
*The application of different types of information technologies as elements of the structure of the learning process on the example of Blagoveshchensk state pedagogical university*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.304

Поступила (Received): 19.10.2016

## Тихонов А.А., Прохоров Д.С., Агарков А.М. Обзор конструкций рыхлителя для разработки прочных грунтов

### Tihonov A.A., Prohorov D.S., Agarkov A.M. Overview ripper structures for the development of a strong soil

*Рыхлителем называют машину, которая при движении может послойно разрушать грунт, отделяя его от массива в виде крупных глыб или кусков*

**Ключевые слова:** рыхлитель, грунт, патент, изобретение

**Тихонов Александр Андреевич**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Прохоров Даниил Сергеевич**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Агарков Александр Михайлович**

Ассистент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

*Ripper called machine that the motion can destroy the soil layer by layer, separating it from the array in the form of large lumps or pieces*

**Key words:** ripper, soil, patent, invention

**Tihonov Alexander Andreevich**

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Agarkov Alexander Mikhailovich**

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Agarkov Alexander Mikhailovich**

Assistant

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

В Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования Читинском государственном университете автором (Геллер Ю.А.) предложен «Рыхлитель ударного действия» (патент РФ №2380489) (рис. 1), который повышает эффективность рыхления грунта за счет снижения динамических нагрузок, воздействующих на базовую машину, и передачи их в зону разрушения грунта [1-7].

Изобретение относится к строительному и горному делу и может быть использовано при разработке скальных пород, прочных и мерзлых грунтов. Технический результат – повышение эффективности рыхления грунта и снижение динамических нагрузок, воздействующих на базовую машину. Рыхлитель ударного действия включает базовую машину, навесную раму 1, гидроцилиндр

и пневмомолот 3. Пневмомолот 3 содержит корпус с установленным внутри поршнем-бойком 5 и зубом 4. Рыхлитель снабжен, по меньшей мере, одной балкой 6, соединенной с навесной рамой 1 при помощи оси вращения 7 и балансирующим грузом 8. При этом пневмомолот 3 и балансирующий груз 8 установлены на балке 6 с возможностью перемещения.

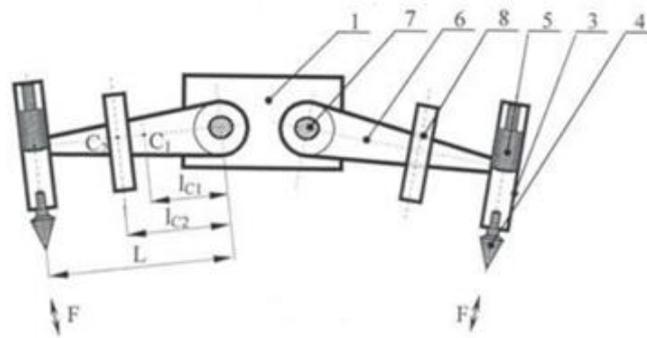


Рис. 1. Рыхлитель ударного действия

Рыхлитель ударного действия, включающий базовую машину, навесную раму, гидроцилиндр и пневмомолот, содержащий корпус с установленным внутри поршнем-бойком и зубом, снабжен, по меньшей мере, одной балкой, соединенной с навесной рамой при помощи оси вращения и балансирующим грузом, при этом пневмомолот и балансирующий груз установлены на балке с возможностью перемещения, а расстояние от оси вращения балки до оси симметрии пневмомолота определяется из условия

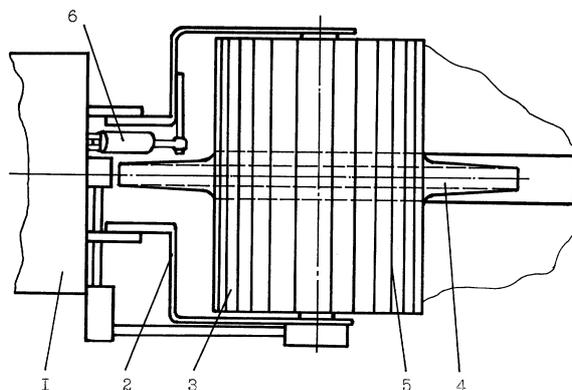
$$L = \frac{J_{o1} + J_{o2} + J_{C3}}{m_1 l_{C1} + m_2 l_{C2}},$$

где  $L$  – расстояние от оси вращения балки до оси симметрии пневмомолота;  $J_{o1}$  – момент инерции балки относительно оси вращения;  $J_{o2}$  – момент инерции балансирующего груза относительно оси вращения;  $J_{C3}$  – момент инерции пневмомолота относительно центра масс;  $m_1$  – масса балки;  $m_2$  – масса балансирующего груза;  $l_{C1}$  – расстояние от оси вращения до центра масс балки;  $l_{C2}$  – расстояние от оси вращения балки до центра масс балансирующего груза.

В Читинском государственном техническом университете коллективом авторов (Баловнев В.И., Курбатов Н.Е.) разработано «Устройство для рыхления мерзлых и плотных грунтов» (патент RU № 2135703) (рис.2), которое позволяет привести рабочий орган в самостоятельное движение и, тем самым, снизить тягу в направлении рабочего перемещения устройства, а также уменьшить энергоемкость процесса рыхления [8-13].

Изобретение относится к области землеройных машин для разработки и рыхления мерзлых и плотных грунтов и может быть использовано на различных строительных объектах. Целью изобретения является снижение тяги в направлении рабочего перемещения устройства, а также уменьшение энергоемкости процесса рыхления. Устройство для рыхления мерзлых и плотных грунтов содержит барабан и расположенные по его периметру рыхлительные зубья, приводной вал, расположенный внутри барабана по его оси, установленный с

возможностью вращения, дисковый кулачок, находящийся в плоскости поперечного сечения барабана и жестко с ним связанный, кулису, закрепленную на приводном валу, и ролики, установленные в пазах кулисы с возможностью относительного движения. Ролики цилиндрической поверхностью взаимодействуют с профильной поверхностью кулачка. Задняя поверхность рыхлительных зубьев выполнена в виде эвольвенты.



**Рис. 2. Устройство для рыхления мерзлых и плотных грунтов**

Устройство для рыхления мерзлых и плотных грунтов, включающее барабан и расположенные по его периметру рыхлительные зубья, снабжено приводным валом, расположенным внутри барабана по его оси, установленным с возможностью вращения, дисковым кулачком, находящимся в плоскости поперечного сечения барабана и жестко с ним связанного, кулисой, закрепленной на приводном валу, и роликами, установленными в пазах кулисы с возможностью вращения и перемещения вдоль пазов, при этом ролики цилиндрической поверхностью взаимодействуют с профильной поверхностью кулачка.

#### **Список используемых источников:**

1. Sharapov R.R., Agarkov A.M. Matrix Modeling of Technological Systems Grinding with Closed Circuit Ball Mill // *World Applied Sciences Journal*. 2013. Т. 24. №10. С. 1399–1403.
2. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015. Т. 10. № 12. С. 31341–31348.
3. Агарков А.М. Направления совершенствования конструкций циклонных аппаратов // *Эпоха науки*. 2015. № 4. С. 89.
4. Агарков А.М., Чеховской Е.И. Модернизация корчевателя непрерывного и позиционного действия с целью повышения качества корчевания // *Научный альманах*. 2016. № 4-3 (18). С. 19–21.
5. Агарков А.М., Шарапов Р.Р. Влияние ширины камеры рабочей зоны инерционного концентратора на гидравлическое сопротивление // *Механизация строительства*. 2016. Т. 77. № 9. С. 19-21.
6. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Прокопенко В.С. Гидравлическое сопротивление концентратора // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2015. № 6. С. 160-163.
7. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2016. № 3. С. 87–90.
8. Габдуллин Т.Р., Загретдинов Р.В., Сахапов Р.Л. Моделирование систем управления дорожно-строительной техникой. *Известия Самарского научного центра РАН*, 2014, т.16, № 1(2). С. 394-396. Рыхлитель ударного действия: пат. 2380489 Рос. Федерация. № 2008116381/03; заявл. 24.04.08; опубл. 27.01.10. 4 с.

9. Устройство для рыхления мерзлых и плотных грунтов: пат. 2135703 Рос. Федерация. № 98105591/03; заявл. 25.03.98; опубл. 27.08.99. 4 с.
10. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Степанов М.А. Методика расчета аппарата для разделения железосодержащего минерального сырья // *Механизация строительства*. 2014. № 6 (840). С. 28-32.
11. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Харламова В.В., Прокопенко В.С. Сепаратор кипящего слоя для разделения минерального сырья // *Механизация строительства*. 2015. № 8 (854). С. 37-39.
12. Харламов Е.В., Шарапов Р.Р., Шаптала В.Г., Шаптала В.В. Моделирование процесса разделения в магнитно-аэродинамическом сепараторе // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2013. № 4. С. 91-95.

---

© 2016, Тихонов А.А., Прохоров Д.С., Агарков А.М.  
Обзор конструкций рыхлителя для разработки прочных грунтов

---

© 2016, Tihonov A.A., Prohorov D.S., Agarkov A.M.  
Overview ripper structures for the development of a strong soil

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.308

Поступила (Received): 24.10.2016

**Тюнина Г.С., Цуканова Д.В., Федоров С.С.  
Работа систем дымоудаления при возникновении  
пожароопасных ситуаций в помещении**

**Tyunina G.S., Tsukanova D.V., Fedorov S.S.  
Working smoke removal systems at the  
indoor event of fire situations**

В данной статье представлена информация, касающаяся противопожарных установок, а в частности рассмотрена система дымоудаления. Произведено сравнение эвакуации людей и состояния помещения во время пожара в здании или сооружении с установленной системой дымоудаления и без нее. Выявлены преимущества установки данной системы

**Ключевые слова:** система, пожар, установка, здание, дымоудаление

**Тюнина Галина Сергеевна**

Студент

Юго-Западный государственный университет  
г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

**Цуканова Дарья Викторовна**

Студент

Юго-Западный государственный университет  
г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

**Федоров Сергей Сергеевич**

Кандидат технических наук, доцент

Юго-Западный государственный университет  
г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

This article provides information on fire prevention systems and, in particular, considered smoke removal system. Comparison of the evacuation of people and the state of the room during a fire in a building or structure installed with smoke and without it. The advantages of installing the system

**Key words:** system, fire, plant, building, smoke removal

**Tyunina Galina Sergeevna**

Student

Southwestern state university  
Kursk, 50 years of October st., 94

**Tsukanova Daria Victorovna**

Student

Southwestern state university  
Kursk, 50 years of October st., 94

**Fedorov Sergey Sergeevich**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Southwestern state university  
Kursk, 50 years of October st., 94

Во время возникновения пожароопасных ситуаций, за частую, гибель людей происходит не от самого огня, а от большого количества скопления едкого плотного дыма – угарного газа. В связи с этим существует свод правил СП 7.13130.2013 «Требования пожарной безопасности. Отопление, вентиляция и кондиционирование» с помощью которых определены требования к системам отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха зданий и сооружений.

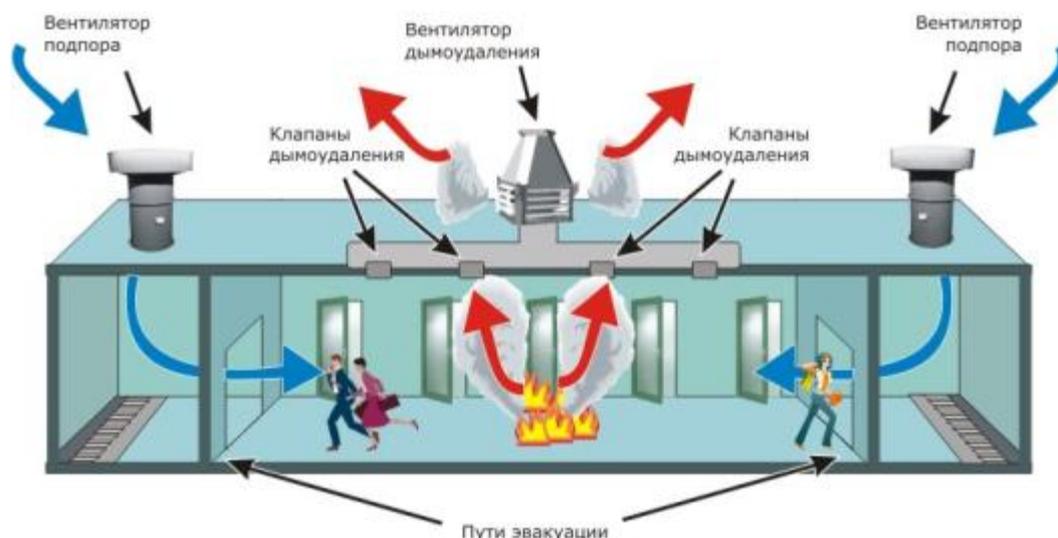
Ниже приведена статистика за 2014-2015 года о причинах пожара и количестве пострадавших.

**Таблица 1. Статистика Основных причин возникновения пожаров**

Причина, по которой возник пожар		Абсолютные данные за 12 месяцев 2015 г.		+ или – в % к Пр. г.	Процент от общих данных по России
		2014	2015		
Поджог	кол-во пожаров, ед.	18756	17054	-9,07	11,71
	погибло людей при пожарах, чел.	312	237	-24,04	2,53
	травм. людей при пожарах, чел.	493	414	-16,02	3,79
Неисправн. производств. оборудования, наруш. технологич. процесса производства	кол-во пожаров, ед.	512	518	1,17	0,36
	погибло людей при пожарах, чел.	4	10	150	0,11
	травм. людей при пожарах, чел.	61	66	8,2	0,6
НПУиЭ электрооборудования	кол-во пожаров, ед.	41344	40634	-1,72	27,89
	погибло людей при пожарах, чел.	2025	1875	-7,41	20
	травм. людей при пожарах, чел.	2353	2297	-2,38	21,03
НПУиЭ печей	кол-во пожаров, ед.	22592	20924	-7,38	14,36
	погибло людей при пожарах, чел.	1002	875	-12,67	9,33
	травм. людей при пожарах, чел.	778	656	-15,68	6,01
НППБ при проведении электрогазосварочных и огневых работ	кол-во пожаров, ед.	1464	1351	-7,72	0,93
	погибло людей при пожарах, чел.	20	25	25	0,27
	травм. людей при пожарах, чел.	146	173	18,49	1,58
Неосторожное обращение с огнем	кол-во пожаров, ед.	47202	44561	-5,6	30,59
	погибло людей при пожарах, чел.	6271	5637	-10,11	60,12
	травм. людей при пожарах, чел.	5633	5633	0,0	51,58
Неосторожное обращение с огнем детей	кол-во пожаров, ед.	2523	2314	-8,28	1,59
	погибло людей при пожарах, чел.	101	100	-0,99	1,07
	травм. людей при пожарах, чел.	360	375	4,17	3,43
Прочая причина	кол-во пожаров, ед.	18297	18327	0,16	12,58
	погибло людей при пожарах, чел.	502	618	23,11	6,59
	травм. людей при пожарах, чел.	1255	1306	4,06	11,96

Для уменьшения количества пострадавших людей при пожаре, а так же предотвращения его распространения, необходимо установить в здании (помещении) противопожарную установку.

Рассмотрим подробнее один из элементов общей противопожарной установки – систему дымоудаления в здании.



**Рис. 1. Система дымоудаления**

Данная система включает в себя вентиляционный комплекс, который в случае сильного задымления втягивает в себя дымовую завесу, частички пепла (при возгорании), пыль, а так же способствует поступлению в помещение свежего чистого воздуха.

Основные составляющие систем дымоудаления:

1. Дымовые датчики
2. Вентилятор дымоотвода
3. Вентилятор напора воздуха
4. Противопожарный клапан
5. Люк дымоудаления
6. Вентиляционные каналы

Противопожарные датчики первые улавливают тревожный сигнал и передают его в пульт управления аварийного источника тока.

Вентилятор подпора воздуха используется в системах противопожарной защиты и предназначен для подачи свежего воздуха в помещение.

Клапаны дымоудаления (КДУ) – патрубки с осевой заглушкой, открывающиеся автоматически или вручную при пожаре. Осуществляют выход сгоревших веществ и потоков дыма по системе вентиляции.

Вентилятор дымоудаления предназначен для устранения газодымовоздушных смесей в течение одного или двух часов.

Люки дымоудаления отводят продукты горения через кровлю естественным способом, обеспечивая безопасность в зоне задымления.

Система дымоудаления работает по закону физики: горячий загрязненный воздух поднимается вверх, а поступивший чистый воздух заполняет низший уровень в помещении, что позволяет быстрее эвакуировать людей и перемещаться. Своевременное автоматическое включение данной системы вентиляции препятствует распространению дыма в соседние помещения.

Основными задачами данных систем являются:

1. Возможность быстрого оповещения о возникшем очаге возгорания
2. Снижение возникшей задымленности
3. Сдерживание очага возгорания в возникшем месте, без возможности его распространения
4. Обеспечение автоматического открывания окон дверей и люков для проветривания помещений
5. Снижение температуры в помещении для избежания ожогов людей на начальном этапе возгорания
6. Поддержание необходимого поступления кислорода в помещение, снижая вредное воздействие дыма на организм человека

По способу функционирования, системы дымоудаления можно разделить на статические и динамические.

Наиболее простым и дешевым является статическое дымоудаление. Сущность заключается в отключении системы вентиляции для предотвращения распространения дыма в другие помещения.

Динамическое дымоудаление производится при помощи вытяжной вентиляции, обеспечивающей как удаление дыма из помещения, так и поступление в него воздуха.

Как правильно произвести расчет систем дымоудаления? Это можно сделать вручную самостоятельно, воспользовавшись формулами, таблицами и коэффициентами, взятыми из учебных пособий или СНиПов, например: «Пособие 4.91 к СНиП 2.04.05-91», а можно рассчитать нужное значение с помощью online программ, к примеру: «АВОК-СОФТ» <http://soft.abok.ru/>. Воспользовавшись данной программой, вам останется только внести данные об исследуемом помещении.



**Рис. 2** Возгорание в здании с системой дымоудаления и без нее

Основным параметром при расчёте систем дымоудаления является общая масса дыма, имеющаяся в помещении, площадь помещений и размеры наибольших входных дверей, а также тип помещения.

Необходимо также определить периметр очага пожара – это периметр наибольшего объекта в помещении, который способен воспламениться. В случае невозможности его определения, он также рассчитывается по особой формуле, указанной в СП.

Вывод данной работы заключается в понимании важности и необходимости установления систем дымоудаления. А так же в качестве работы и сроках эксплуатации данных систем. Безусловно, качество систем дымоудаления является важным фактором для быстрого предотвращения задымления. Но также нельзя не сказать о значимости правильного монтажа данной системы, ведь любая ошибка в такой установке может стоить жизни людей.

**Список используемых источников:**

1. Китайцева Е.Х. Автономное теплоснабжение. Системы дымоудаления. Справочное пособие
2. Сафронов В.В., Аксенова Е.В. Выбор и расчет параметров установок пожаротушения и сигнализации. Орел: Орел ГТУ, 2004. 57 с.
3. URL: <http://svk-co.ru/category/protivodimnaya/>
4. СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности.

---

© 2016, Тюнина Г.С., Цуканова Д.В., Федоров С.С.  
Работа систем дымоудаления при возникновении  
пожароопасных ситуаций в помещении

---

© 2016, Tyunina G.S., Tsukanova D.V., Fedorov S.S.  
Working smoke removal systems at the indoor event  
of fire situations

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.313

Поступила (Received): 24.10.2016

**Уваров В.А., Орехова Т.Н., Краснов В.В.  
Анализ оборудования непрерывного действия  
для смешивания сухих многокомпонентных смесей**

**Uvarov V.A., Orehova T.N., Krasnov V.V.  
Analysis of continuous mixing equipment  
dry multicomponent mixtures**

*Смесители непрерывного действия наиболее широко применяют в Великобритании, Канаде и многих других странах при массовом производстве*  
**Ключевые слова:** смесители непрерывного действия, сухие многокомпонентные смеси

*Continuous mixers are most widely used in the UK, Canada and many other countries in mass production*  
**Key words:** continuous mixers, dry multicomponent mixtures

**Уваров Валерий Анатольевич**  
Доктор технических наук, профессор  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Uvarov Valeriy Anatolevich**  
Doctor of Technical Sciences, Professor  
Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Орехова Татьяна Николаевна**  
Кандидат технических наук, доцент  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Orehova Tatyana Nikolayevna**  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Краснов Владимир Владимирович**  
Магистрант  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Krasnov Vladimir Vladimirovich**  
Master  
Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

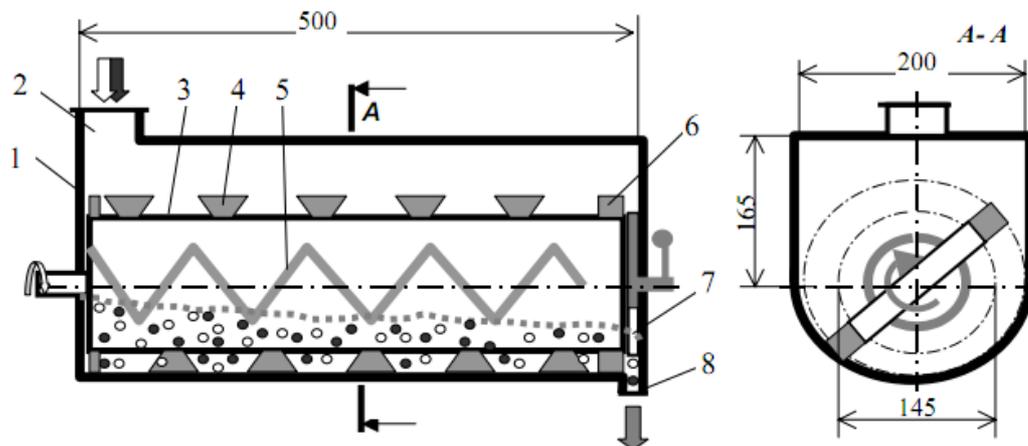
Смесители непрерывного действия (СНД) имеют более высокую производительность при одновременном снижении удельных энергозатрат по сравнению со смесителями периодического действия. Имеют широкие возможности по автоматизации процесса, а также улучшению условий труда [1-13]. Но широкого распространения в промышленности СНД еще не получили. Это объясняется сложностью создания и функционирования блока дозирующих устройств в получении многокомпонентных смесей. Необходимо обеспечить на заданном уровне дозаторы, которые будут выдавать потоки материала в СНД с минимальными флуктуациями и с заданным соотношением компонентов. В смесителях

непрерывного действия возможно проведение нескольких процессов, таких как смешение, сушка, увлажнение, гранулирование, измельчение и т.д.

Смесители классифицируются по механизму смешения:

- с радиально-продольным технологическим процессом смешения и хаотическим движением материала в объеме камеры (объемное смешение);
- с радиальным процессом смешения и движением материала вдоль корпуса (прямоточные смесители);
- с радиально-продольным процессом смешения и поршневым движением материала вдоль оси корпуса смесителя (смесители размывного действия) [14, 15].

Схема смесителя непрерывного действия GCM500, компании GERICKE, Швейцария, и его размеры представлены на рисунке 1. Корпус смесителя 1 имеет форму полуцилиндра, который переходит в прямоугольный вид. Объем корпуса смесителя GCM500 составляет 24 л.



**Рис. 1. Технологическая схема смесителя GCM500: 1 – корпус; 2 – патрубок загрузочный; 3 – рамка; 4 – лопасти; 5 – спираль; 6 – лопасти разгрузочные; 7 – устройство разгрузочное; 8 – патрубок разгрузочный**

Компоненты смеси загружаются в камеру смешения через загрузочный патрубок 2. Вращающийся элемент смесителя выполнен из рамки 3, на которой смонтированы лопасти 4, расположенные под углом  $45^\circ$ . В шахматном порядке лопасти размещены на противоположных краях рамки. Длина лопастей подобрана так, что при вращении лопать полностью обметает цилиндрическую часть корпуса.

Спираль 5 размещена внутри рамки и жестко связанная с ней. С обеих сторон рамки установлены разгрузочные лопасти 6, интенсифицирующие вход материала в зону смешения и его выход в разгрузочное устройство 7 с регулируемым проходным сечением с разгрузочным патрубком 8, из которого выходит готовая строительная смесь. К недостаткам данного смесителя относится большая металлоемкость, сложность ремонтных работ.

Таким образом, на основании анализа существующих типов смесительного оборудования можно сделать вывод, что для технологии производства требуется разработка специализированного оборудования, обладающего

низкой металлоёмкостью. Данное оборудование должно иметь гибкие технологические характеристики, возможность перенастраиваться на схемы производства, работать с широкой гаммой материалов. А также современные смесительные установки должны производить быстрое и высокоэффективное смешение сыпучих материалов.

**Список используемых источников:**

1. Агарков А.М. Зависимость величины проскока пыли от основных факторов насыпных клинкерных слоев // Научный альманах, 2015. № 3 (5). С. 111–115.
2. Агарков А.М. Направления совершенствования конструкций циклонных аппаратов // Эпоха науки. 2015. № 4. С. 89.
3. Агарков А.М. Прогнозирование характеристик циклонного элемента зернистого фильтра // Научный альманах. 2016. № 1-1 (15). С. 343–345.
4. Агарков А.М., Чеховской Е.И. Модернизация корчевателя непрерывного и позиционного действия с целью повышения качества корчевания // Научный альманах. 2016. № 4-3 (18). С. 19–21.
5. Агарков А.М., Чеховской Е.И., Тихонов А.А. Использование сочетаний различных механизмов разделения в комбинированных аппаратах // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3-3. С. 12-14.
6. Агарков А.М., Чеховской Е.И., Тихонов А.А. Обзор конструкций рабочего оборудования бульдозера с поворотным отвалом // Научный альманах. 2016. № 3-3 (17). С. 18–22.
7. Агарков А.М., Шарапов Р.Р. Влияние ширины камеры рабочей зоны инерционного концентратора на гидравлическое сопротивление // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 9. С. 19-21.
8. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 3. С. 87–90.
9. Овсянников Ю.Г., Агарков А.М. Экспериментальные исследования аэродинамических характеристик системы аспирации с принудительной рециркуляцией // Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. Т. II. С. 166–169.
10. Орехова Т.Н., Агарков А.М., Голубятников А.А. Направления конструктивно-технологического совершенствования пневмосмесителей для производства строительных материалов // Научный альманах. 2015. № 3 (5). С. 124–127.
11. Романович А.А., Орехова Т.Н., Мещеряков С.А., Прокопенко В.С. Технология получения минеральных добавок // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2015. № 5. С. 188-192.
12. Уваров В.А., Орехова Т.Н. Анализ конструкций пневмосмесителей для производства сухих строительных смесей // Интерстроймех–2010. 2010. С. 91-96.
13. Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Агарков А.М., Прокопенко В.С. Уравнение движения взвешенной в потоке воздуха частицы в концентраторе // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 175–178.
14. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Агарков А.М. Сравнительные характеристики проходимости на слабых грунтах гусеничных и шагающих кранов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 198–200.
15. Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С., Агарков А.М., Бойчук И.П. Кинетика процесса разделения продукта в замкнутой системе с рециркуляцией // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 8. С. 47-51.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.316

Поступила (Received): 28.10.2016

**Уваров В.А., Орехова Т.Н., Шеремет Е.О.  
Исследование производства сухих  
многокомпонентных смесей**

**Uvarov V.A., Orehova T.N., Sheremet E.O.  
Investigation of production of dry  
multicomponent mixtures**

*В настоящее время сухие многокомпонентные смеси применяются в строительном и жилищно-коммунальном хозяйстве не только в странах Западной Европы, но и в нашей стране*

*Currently dry multicomponent mixtures used in the construction and housing and communal services, not only in Western Europe, but also in our country*

**Ключевые слова:** производство, сухие многокомпонентные смеси

**Key words:** production, dry multicomponent mixtures

**Уваров Валерий Анатольевич**

*Доктор технических наук, профессор  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46*

**Uvarov Valeriy Anatolevich**

*Doctor of Technical Sciences, Professor  
Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46*

**Орехова Татьяна Николаевна**

*Кандидат технических наук, доцент  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46*

**Orehova Tatyana Nikolayevna**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46*

**Шеремет Евгений Олегович**

*Аспирант  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46*

**Sheremet Eugene Olegovich**

*Graduate  
Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46*

Сухие многокомпонентные смеси используются при проведении различных видов работ. Наибольший объем применения сухих смесей приходится на растворные и дисперсные смеси, которые по основному функциональному назначению подразделяются на следующие группы: облицовочные; штукатурные; напольные; ремонтные; защитные; кладочные; монтажные; декоративные; гидроизоляционные; теплоизоляционные.

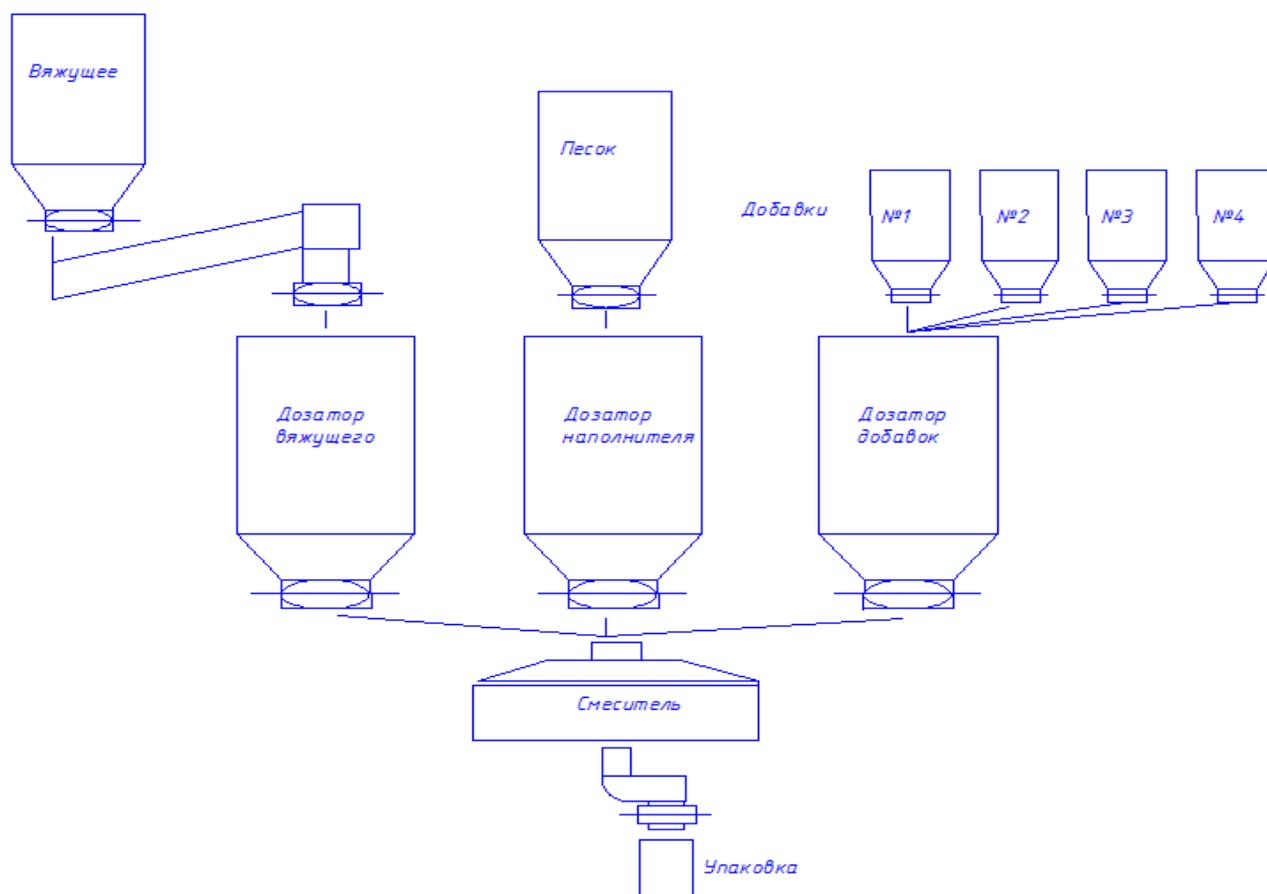
В настоящее время на российском строительном рынке чаще других встречаются сухие смеси марок «Atlas» (Польша), «Vetonit» и «Sepro» (фирма «Максит

Групп», «Глимс» (Россия), «Unis», «Skantmix» (Швеция), «Knauf» (Россия). Имеются в продаже и сухие смеси, произведенные малоизвестными фирмами, продукция бывает весьма различной по качеству и ценовой политики.

Наиболее распространенная фасовка смесей – в мешки по 25 килограмм. Некоторые производители также фасуют свою продукцию по 5, 10, 15, 50 килограмм.

Рассмотрим типовую схему получения сухой смеси без сушильного оборудования (рис. 1), которая качественно характеризует ее состав и назначение.

Схема имеет четыре стадии производственного процесса (накопление исходного компонента, дозирование, смешение и упаковка) с соответствующим набором технологического оборудования: бункера, дозаторы, смеситель и упаковочная машина. Каждая стадия контролируется визуально на мониторе компьютера с возможностью управления рецептурами и системой обработки заказов.



**Рис. 1. Типовая схема получения сухой строительной смеси**

Ведущими производителями оборудования, используемого на российском рынке, являются AML Anlagentechnik GmbH, M-tec mathis technik gmbh, Rafiz, Raute (Lahti) Precision, «Вселуг». При этом производительность отечественных

линий значительно ниже зарубежных. Производительность линии для изготовления сухих смесей «Вселуг» составляет 3-5 тонн в час, а производительность «М-тес» – 20 тонн в час.

Наиболее современные заводы по производству ССС находятся в Дубаи, Шанхае, Сингапуре, Сан Пауло, Каире, Москве, Пекине.

На сегодняшний день актуальными являются разработки малотоннажных технологических линий по производству смесей для сферы индивидуального жилищного строительства, так как на строительном рынке наблюдается рост частного жилищного сектора [1-12].

Развитие производств сухих многокомпонентных смесей в России идет ускоренными темпами и представляет собой, в большей степени, корпоративное производство иностранных компаний на территории нашей страны. Однако классические схемы производства сухих многокомпонентных смесей имеют и ряд недостатков, что показывает целесообразность научных разработок и совершенствование технологий производства по нескольким направлениям:

- 1) создание комплексного оборудования для энергосберегающих производственных технологий;
- 2) разработка и получение новых смесительных агрегатов непрерывного действия для производства сухих строительных смесей;
- 3) унификация смесей для различного назначения;
- 4) оптимизация состава сухих строительных смесей;
- 5) синтез органического и минерального сырья для создания новых строительных материалов;
- 6) совершенствование и автоматизация технологического процесса.

#### **Список используемых источников:**

1. Агарков А.М. Зависимость величины проскока пыли от основных факторов насыпных клинкерных слоев // Научный альманах, 2015. № 3 (5). С. 111–115.
2. Агарков А.М. Прогнозирование характеристик циклонного элемента зернистого фильтра // Научный альманах. 2016. № 1-1 (15). С. 343–345.
3. Агарков А.М., Чеховской Е.И. Модернизация корчевателя непрерывного и позиционного действия с целью повышения качества корчевания // Научный альманах. 2016. № 4-3 (18). С. 19–21.
4. Агарков А.М., Чеховской Е.И., Тихонов А.А. Использование сочетаний различных механизмов разделения в комбинированных аппаратах // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3-3. С. 12-14.
5. Агарков А.М., Чеховской Е.И., Тихонов А.А. Обзор конструкций рабочего оборудования бульдозера с поворотным отвалом // Научный альманах. 2016. № 3-3 (17). С. 18–22.
6. Агарков А.М., Шарипов Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 3. С. 87–90.
7. Овсянников Ю.Г., Агарков А.М. Экспериментальные исследования аэродинамических характеристик системы аспирации с принудительной рециркуляцией // Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. Т. II. С. 166–169.
8. Орехова Т.Н., Агарков А.М., Голубятников А.А. Направления конструктивно-технологического совершенствования пневмосмесителей для производства строительных материалов // Научный альманах. 2015. № 3 (5). С. 124–127.
9. Романович А.А., Орехова Т.Н., Мещеряков С.А., Прокопенко В.С. Технология получения минеральных добавок // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2015. № 5. С. 188-192.

10. Уваров В.А., Орехова Т.Н. Анализ конструкций пневмосмесителей для производства сухих строительных смесей // «Интерстроймех-2010» материалы международной научно-технической конференции. Под общей редакцией Богданова. 2010. С. 91-96.
11. Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Агарков А.М., Прокопенко В.С. Уравнение движения взвешенной в потоке воздуха частицы в концентраторе // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 175-178.
12. Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С., Агарков А.М., Бойчук И.П. Кинетика процесса разделения продукта в замкнутой системе с рециркуляцией // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 8. С. 47-51.

---

© 2016, Уваров В.А., Орехова Т.Н., Шеремет Е.О.  
Исследование производства сухих  
многокомпонентных смесей

---

© 2016, Uvarov V.A., Orehova T.N., Sheremet E.O.  
Investigation of production of dry multicomponent  
mixtures

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.320

Поступила (Received): 28.10.2016

**Уваров В.А., Орехова Т.Н., Шеремет Е.О.  
Перспективы развития смесителей для пневматической  
гомогенизации сыпучих материалов**

**Uvarov V.A., Orehova T.N., Sheremet E.O.  
Prospects of development of pneumatic mixers  
for homogenizing of bulk materials**

На сегодняшний день большое количество исследователей указывают на перспективность разработки оборудования с использованием энергии сжатого воздуха для перемешивания материала. Осуществление в смесительном агрегате напряженных состояний, вызываемых такими воздействиями, как: закручивание в потоки вихрей и движение в горизонтальной плоскости – позволяет рассмотреть процесс смешения на новом уровне

**Ключевые слова:** смесители, сухие смеси, гомогенизация

**Уваров Валерий Анатольевич**

Доктор технических наук, профессор  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Орехова Татьяна Николаевна**

Кандидат технических наук, доцент  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Шеремет Евгений Олегович**

Аспирант  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

To date, a large number of researchers point to the prospect of the development of equipment using compressed air energy for mixing the material. Implementation of the mixing unit stressful conditions caused by such effects as: twisting streams and eddies move in a horizontal plane – allows you to see the process of mixing to a new level

**Key words:** mixers, dry mixes, homogenization

**Uvarov Valeriy Anatolevich**

Doctor of Technical Sciences, Professor  
Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Orehova Tatyana Nikolayevna**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Sheremet Eugene Olegovich**

Graduate  
Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

Пневмосмесители были разработаны для применения в стекольной промышленности, как альтернатива механическим смесителям шихты, подверженным сильному износу при работе с высокоабразивными материалами. В настоящее время пневмосмесители используются для смешения сухих строительных смесей, формовочных смесей, витаминно-минеральных премиксов, пищевых

концентратов, фармацевтических продуктов и туковых смесей. Они находят широкое применение в химической и полимерной промышленности.

Проведенные исследования существующих конструкций показали, что внимание многих исследователей уделяется такому классу, как пневматические смесители.

При работе смесителя разработанные компанией NOL-TEC, импульсы сжатого воздуха поступают под разным углом через пневмоклапаны установленные в корпусе. Пневмоимпульсы в непрерывном режиме поднимают материал вверх и к стенкам бункера до достижения требуемой гомогенности (рис. 1).



Рис. 1. Схема смешения материалов в пневматическом смесителе

После начала работы, благодаря аэрации материала и мощным импульсам воздуха, процесс переходит в режим псевдооживления, что значительно ускоряет смешение компонентов. Изменяя давление сжатого воздуха, а также длину и частоту импульсов, полностью контролируется процесс смешения. Пневматические смесители могут быть установлены на конус пневмокамерного насоса. Комбинированное устройство позволяет смешивать различные компоненты и транспортирует полученную смесь в режиме «плотной фазы», с минимальной сегрегацией.

Рассмотренные усовершенствованные конструкции пневматических смесителей также обладают рядом недостатков: сложностью создания турбулентных потоков из-за соударения встречных воздушных потоков и хаотичного движения материала, образование застойных зон.

К перспективным направлениям конструктивно-технологического совершенствования аппаратов для смешения следует включить:

- достижения новых технологических возможностей смесительного оборудования за счет эффективного конструирования смесительной камеры;
- введение высокотехнологичных режимов воздействия на компоненты сухих смесей;
- повышение качества гомогенизации смеси;
- снижение металлоёмкости смесительного оборудования.

В связи с этим определено, что одним из перспективных направлений развития технологических линий для производства сухих многокомпонентных смесей является повышение эффективности процесса непрерывного действия [1-12].

Список используемых источников:

1. Агарков А.М. Зависимость величины проскока пыли от основных факторов насыпных клинкерных слоев // Научный альманах, 2015. № 3 (5). С. 111–115.
2. Агарков А.М. Прогнозирование характеристик циклонного элемента зернистого фильтра // Научный альманах. 2016. № 1-1 (15). С. 343–345.
3. Агарков А.М., Чеховской Е.И. Модернизация корчевателя непрерывного и позиционного действия с целью повышения качества корчевания // Научный альманах. 2016. № 4-3 (18). С. 19–21.
4. Агарков А.М., Чеховской Е.И., Тихонов А.А. Использование сочетаний различных механизмов разделения в комбинированных аппаратах // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3-3. С. 12-14.
5. Агарков А.М., Чеховской Е.И., Тихонов А.А. Обзор конструкций рабочего оборудования бульдозера с поворотным отвалом // Научный альманах. 2016. № 3-3 (17). С. 18–22.
6. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 3. С. 87–90.
7. Овсянников Ю.Г., Агарков А.М. Экспериментальные исследования аэродинамических характеристик системы аспирации с принудительной рециркуляцией // Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. Т. II. С. 166–169.
8. Орехова Т.Н., Агарков А.М., Голубятников А.А. Направления конструктивно-технологического совершенствования пневмосмесителей для производства строительных материалов // Научный альманах. 2015. № 3 (5). С. 124–127.
9. Романович А.А., Орехова Т.Н., Мещеряков С.А., Прокопенко В.С. Технология получения минеральных добавок // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2015. № 5. С. 188-192.
10. Уваров В.А., Орехова Т.Н. Анализ конструкций пневмосмесителей для производства сухих строительных смесей // «Интерстроймех-2010» материалы международной научно-технической конференции. Под общей редакцией Богданова. 2010. С. 91-96.
11. Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Агарков А.М., Прокопенко В.С. Уравнение движения взвешенной в потоке воздуха частицы в концентраторе // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 175–178.
12. Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С., Агарков А.М., Бойчук И.П. Кинетика процесса разделения продукта в замкнутой системе с рециркуляцией // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 8. С. 47-51.

---

© 2016, Уваров В.А., Орехова Т.Н., Шеремет Е.О.  
Перспективы развития смесителей для  
пневматической гомогенизации сыпучих  
материалов

---

© 2016, Uvarov V.A., Orehova T.N., Sheremet E.O.  
Prospects of development of pneumatic mixers for  
homogenizing of bulk materials

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.323

Поступила (Received): 25.10.2016

## Харди́ков И.П., Гонча́ров В.Б., Харла́мов Е.В. Анализ рабочего оборудования скрепера для разработки грунта

**Khardikov I.P., Goncharov V.B., Kharlamov E.V.  
Analysis scraper work equipment for excavation**

*Скрепер – это землеройно-транспортная машина, предназначенная для послойной разработки, перемещения и отсыпки грунта. Эти машины используют при земляных работах практически на всех видах строительства*

**Ключевые слова:** скрепер, рабочее оборудование, изобретение

**Харди́ков Иван Павлович**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Гонча́ров Владислав Борисович**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Харла́мов Евгений Владимирович**

Кандидат технических наук, доцент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

*Scraper – a Earthmovers designed for layering the development, transfer and deposition of soil. These machines are used in excavation work on virtually all types of construction*

**Key words:** scraper, work equipment, invention

**Khardikov Ivan Pavlovich**

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Goncharov Vladislav Borisovich**

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Kharlamov Evgeniy Vladimirovich**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

Изобретение (патент РФ №2460850) относится к землеройно-транспортной технике, а именно к скреперам, и может быть использовано в строительстве и в горной промышленности при выполнении земляных работ. Скрепер включает базовый одноосный тягач, ковш с ножом, заслонкой, задней стенкой, гидромеханизмы переднего и заднего подъема-опускания ковша, подъема-опускания заслонки, разгрузки ковша, промежуточную раму между задней осью колес и ковшом, тяговую раму с продольными балками, два толкающих гидроцилиндра, два двуплечих рычага на задней оси, гидроаккумуляторы питания заднего гидромеханизма подъема-опускания и толкающих гидроцилиндров [1-6]. На

продольных балках тяговой рамы по обе стороны ковша с ориентацией в вертикальной плоскости центра удара ковша при падении установлено по одному кронштейну с нижними уступами, а на боковых стенках ковша сверху, с ориентацией также в вертикальной плоскости центра удара, установлены выступы, на которых размещены демпфирующие гидроцилиндры с поршнями и штоками с возможностью контакта штоков демпфирующих гидроцилиндров при падении ковша с нижними уступами кронштейнов, при этом полости корпусов демпфирующих гидроцилиндров соединены гибкими трубопроводами с полостями корпусов вспомогательных гидроцилиндров, размещенных рядом и параллельно толкающим гидроцилиндрам и на пальцах шарниров крепления толкающих гидроцилиндров. Повышается надежность и увеличивается эффективность работы скрепера [7-9].

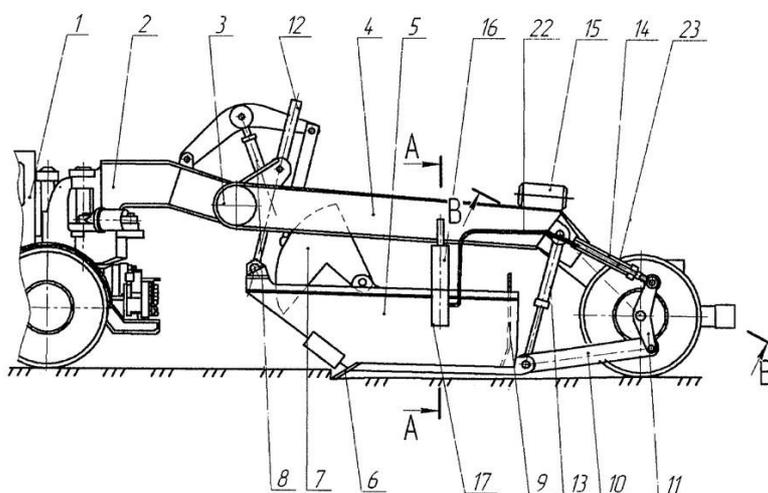


Рис. 1. Скрепер

Недостатком является то, что при падении ковша значительная динамическая нагрузка приходится на штоки гидроцилиндров заднего гидромеханизма подъема-опускания ковша, а через них на всю конструкцию машины. Это снижает надежность машины.

Изобретение (патент РФ № 2135697) относится к землеройно-транспортным машинам, в частности к скреперам, имеющим устройство для выгрузки и загрузки грунта. Рабочее оборудование скрепера содержит ковш с выдвигаемым днищем и передней заслонкой, гидроцилиндрами управления. Днище выполнено с наклоном назад относительно своей поперечной оси и имеет продолжением консоли, в пазах которых вертикально установлены подпружиненные подрезные ножи, жестко соединенные в верхней части между собой и контактирующие с соответствующими боковыми стенками ковша, на передней заслонке выполнены прорезы и проушины с роликами, а на днище с внутренней его стороны напротив этих прорезей установлены подпружиненные захваты на таком расстоянии от режущей кромки ковша, что в конечный момент разгрузки ось захватов находится в одной плоскости, на одной прямой, с осью передней заслонки и осью роликов проушин [9-13].

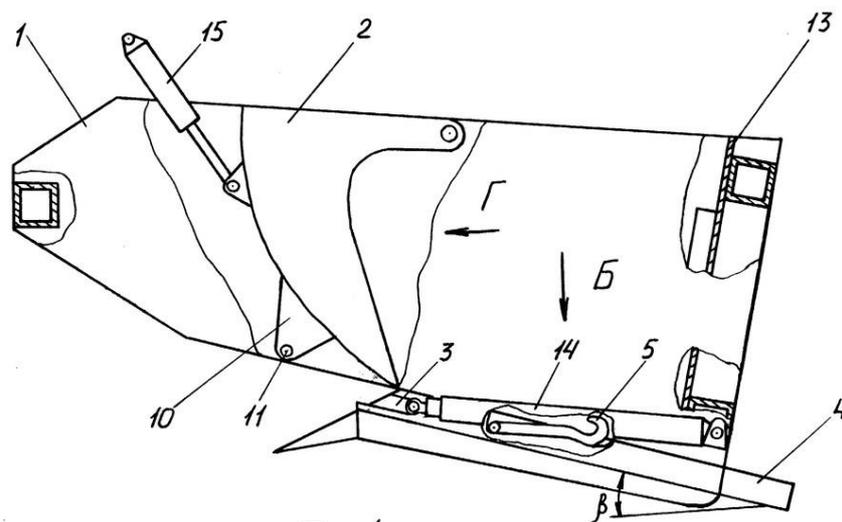


Рис. 2. Рабочее оборудование скрепера

Изобретение позволяет снизить энергозатраты на разгрузку ковша скрепера и улучшить очистку его боковых стенок от налипшего грунта за счет применения выдвигающего днища, выполненного с наклоном назад, и подпружиненных подрезных ножей.

К недостаткам следует отнести сложность перемещения задних колес с полуосями относительно ковша скрепера и перераспределения нагрузок на металлоконструкцию скрепера, а также невозможность очистки боковых стенок ковша от налипшего грунта.

**Список используемых источников:**

1. Sharapov R.R., Agarkov A.M. Matrix Modeling of Technological Systems Grinding with Closed Circuit Ball Mill // World Applied Sciences Journal. 2013. T. 24. №10. С. 1399–1403.
2. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. T. 10. № 12. С. 31341–31348.
3. Агарков А.М. Двумерные уравнения динамики потока воздуха в концентраторе // «Интерстроймех-2015» материалы международной научно-технической конференции. Казанский государственный архитектурно-строительный университет. г. Казань, 2015. С. 7–11.
4. Агарков А.М. Зависимость величины проскока пыли от основных факторов насыпных клинкерных слоев // Научный альманах, 2015. № 3 (5). С. 111–115.
5. Агарков А.М. Направления совершенствования конструкций циклонных аппаратов // Эпоха науки. 2015. № 4. С. 89.
6. Агарков А.М. Прогнозирование характеристик циклонного элемента зернистого фильтра // Научный альманах. 2016. № 1-1 (15). С. 343–345.
7. Агарков А.М., Чеховской Е.И. Модернизация корчевателя непрерывного и позиционного действия с целью повышения качества корчевания // Научный альманах. 2016. № 4-3 (18). С. 19–21.
8. Агарков А.М., Чеховской Е.И., Тихонов А.А. Использование сочетаний различных механизмов разделения в комбинированных аппаратах // Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 3-3. С. 12-14.
9. Агарков А.М., Чеховской Е.И., Тихонов А.А. Обзор конструкций рабочего оборудования бульдозера с поворотным отвалом // Научный альманах. 2016. № 3-3 (17). С. 18–22.
10. Агарков А.М., Шарапов Р.Р. Влияние ширины камеры рабочей зоны инерционного концентратора на гидравлическое сопротивление // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 9. С. 19-21.
11. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 3. С. 87–90.

12. Габдуллин Т.Р., Загретдинов Р.В. Повышение производительности систем управления дорожно-строительной техникой при использовании систем глобального спутникового позиционирования // Известия КГАСУ. 2014. №4(26). С. 397–402.
13. Габдуллин Т.Р., Загретдинов Р.В., Сахапов Р.Л. Моделирование систем управления дорожно-строительной техникой // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. т.16. № 1(2). С. 394–396.
14. Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Агарков А.М., Прокопенко В.С. Уравнение движения взвешенной в потоке воздуха частицы в концентраторе // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 175–178.
15. Шарапов Р.Р., Мамедов А.А., Агарков А.М. Сравнительные характеристики проходимости на слабых грунтах гусеничных и шагающих кранов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 198–200.
16. Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С., Агарков А.М., Бойчук И.П. Кинетика процесса разделения продукта в замкнутой системе с рециркуляцией // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 8. С. 47-51.

---

© 2016, Хардигов И.П., Гончаров В.Б., Харламов Е.В.  
Анализ рабочего оборудования скрепера для  
разработки грунта

---

© 2016, Khardikov I.P., Goncharov V.B.,  
Kharlamov E.V.  
Analysis scraper work equipment for excavation

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.327

Поступила (Received): 10.10.2016

## Чернышева А.В., Филатова В.В., Пугачева И.Н. Получение композитов на основе эмульсионных каучуков с применением многофункциональных добавок

### Chernysheva A.V., Filatova V.V., Pugacheva I.N. Preparation on the basis of emulsion rubber composites with multifunctional additives

*В работе рассмотрена возможность комплексной переработки побочных продуктов и отходов нефтехимии и текстильной промышленности. Показана перспектива применения многофункциональных добавок, изготовленных из отходов и побочных продуктов, в производстве композитов на основе эмульсионных каучуков. Установлено, что у вулканизатов содержащих многофункциональные добавки повышаются такие показатели как: устойчивость к термоокислительному старению, сопротивление раздиру и многократному растяжению*

**Ключевые слова:** отходы, добавки, коагуляция, каучуки, композиты

**Чернышева Анастасия Владимировна**

Магистр

Воронежский государственный университет инженерных технологий  
г. Воронеж, пр. Революции, 19

**Филатова Валерия Витальевна**

Магистр

Воронежский государственный университет инженерных технологий  
г. Воронеж, пр. Революции, 19

**Пугачева Инна Николаевна**

Доктор технических наук, доцент, декан

Воронежский государственный университет инженерных технологий  
г. Воронеж, пр. Революции, 19

*The paper considers the possibility of complex processing of by-products and wastes of petrochemical and textile industries. Shows a perspective of multifunctional additives made of waste and by-products in the production of composites based emulsion rubbers. It was found that vulcanizates containing multifunctional additives increase such indicators as: resistance to thermal-oxidative aging, tear resistance and repeated stretching*

**Key words:** waste, additives, coagulation, rubber, composites

**Chernysheva Anastasia Vladimirovna**

Master

Voronezh state university of engineering technologies  
Voronezh, Revolucii ave., 19

**Filatova Valery Vitalievna**

Master

Voronezh state university of engineering technologies  
Voronezh, Revolucii ave., 19

**Pugacheva Inna Nikolaevna**

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Dean

Voronezh state university of engineering technologies  
Voronezh, Revolucii ave., 19

Реализация инновационного развития России приводит к росту производственных мощностей и расширению ассортимента конкурентоспособной выпускаемой продукции. Однако это неизбежно сопровождается накоплением разноплановых отходов и побочных продуктов, многие из которых и до настоящего времени не находят своего применения, хотя могут являться ценным сырьевым ресурсом. Например, на основе некоторых отходов нефтехимии в промышленных масштабах реализованы технологии, позволяющие получить низкомолекулярные полимерные материалы, которые успешно заменяют дорогостоящие пленкообразующие продукты в лакокрасочных составах и других композитах [1, с. 15]. Одновременно с этим в последние годы повышенный интерес проявляется к применению волокнистых наполнителей в композитах различного назначения [2, с. 32].

Перспективным направлением в этом плане можно считать то, которое позволит подойти комплексно к решению вопроса о совместном использовании низкомолекулярных полимерных материалов, изготовленных на основе побочных продуктов нефтехимии и отходов волокнистых материалов для получения полимерных композитов, обладающих комплексом новых свойств.

В опубликованной работе [1, с. 92] показано, что на основе отходов и побочных продуктов нефтехимических производств (со)полимеризацией их со стиролом в присутствии как ионных, так и радикальных инициаторов могут быть получены полимерные материалы. Перспективным направлением использования материалов, полученных из отходов и побочных продуктов химических и нефтехимических производств, можно считать использование их для изготовления искусственных водных дисперсий [3, с. 14]. В тоже время из текстильных отходов легкой промышленности могут быть получены волокнистые наполнители и добавки для композитов.

Цель работы – получение композитов на основе эмульсионных каучуков с применением многофункциональных добавок, изготовленных из отходов и побочных продуктов нефтехимических и текстильных производств.

В качестве объектов исследования выбраны латексы эмульсионных каучуков следующих марок СКС-30 АРКПН и СКС-30 АРКМ-15, получаемые в промышленных масштабах. В исследовании использован немодифицированный олигомер содержащий стирол (ОСС), синтезированный из побочных продуктов производства полибутадиена и ОСС модифицированный высокотемпературной обработкой в присутствии малеинового ангидрида (ОСС МА). В качестве волокнистой добавки использовано вискозное волокно длиной 2-10 мм и фактором формы 50-250.

Из литературных источников [4, с. 21] известно получение композиционных материалов путем введения волокнистых добавок в матрицу синтетических каучуков. Однако исследования по изучению влияния волокнистых добавок на свойства получаемых вулканизатов, позволяют сделать вывод, что для улучшения их свойств необходимо применять добавки с агентами межфазного сочетания. С другой стороны, исследованиями [5, с. 18] продемонстрирована возможность получения стабильной во времени водноолигомерноантиокси-

дантной дисперсии (ВОАД) на основе немодифицированного и модифицированного ОСС. Это и послужило основой для использования их в качестве агентов межфазного сочетания.

В работе [6, с. 26] показаны различные приемы совмещения немодифицированного и модифицированного ОСС и волокнистой добавки с матрицей эмульсионных каучуков СКС-30 АРКПН и СКС-30 АРКМ-15. Выбран эффективный прием, заключающийся в предварительной обработке волокнистой добавки при повышенной температуре (100-160 °С) олигомером, последующим введением антиоксиданта и приготовлением водноволокноолигомерноантиоксидантной дисперсии на основе полученной смеси. В емкость для диспергирования загружали 20 г смеси (немодифицированный или модифицированный ОСС + волокнистая добавка) и вводили 50 г водной фазы, содержащей эмульгаторы (растворы канифольного мыла 5-6 % мас. и лейканола 0,3 % мас. на ОСС). Гомогенизацию (диспергирование) проводили при постоянном перемешивании в течение 2-8 часов при температуре 50-60 °С. Из полученной дисперсии под вакуумом отгоняли растворитель (в случае применения немодифицированного ОСС). Сухой остаток по данным гравиметрического анализа составлял 32-39 %.

Данный прием введения волокноолигомерной добавки (ВОД) в латекс был использован в дальнейших исследованиях для получения наполненных полимерных композитов на основе рассматриваемых эмульсионных каучуков. С этой целью ВОД смешивали с латексом эмульсионного каучука, и полученную смесь подвергали коагуляции по общепринятой методике [7, с. 61] с использованием в качестве коагулирующего агента 10 % мас. водного раствора хлорида магния и подкисляющего агента 1,0-2,0 % мас. водного раствора серной кислоты. Коагуляцию проводили при температуре 60-65 °С. Образующуюся крошку каучука отделяли от водной фазы, промывали теплой водой и обезвоживали в сушильном шкафу при температуре 75-80 °С до постоянной величины потери массы. Содержание олигомеров в каучуковой матрице выдерживали: 20; 40 и 60 кг/т каучука; волокнистой добавки – 5 кг/т каучука; антиоксидантов – согласно общепринятым требованиям.

Анализ экспериментальных данных показал, что дополнительное использование ВОД положительно отражается на процессе выделения каучука из латекса и приводит к увеличению выхода образующейся крошки каучука. Это может быть связано, как с дополнительным присутствием в образующейся крошке каучука немодифицированного и модифицированного ОСС и волокнистой добавки, так и за счет уменьшения потерь каучука в виде мелкодисперсной крошки. Визуальный осмотр образующейся крошки каучука, ее разрезов, а также анализ латексных пленок, полученных с включением волокнистой добавки, выявил, что волокно распределяется равномерно в объеме латекса и каучуковом композите. Наилучшее распределение волокнистой добавки отмечено в случае его совместного ввода с ОСС МА. Введение антиоксиданта в каучук в составе ВОД позволяет снизить его потери. Далее была проведена оценка влияния ВОД на свойства получаемых композитов (табл. 1).

**Таблица 1. Влияние добавок на свойства каучуков и вулканизатов на основе эмульсионных каучуков**

Наименование показателя	Номер образца*					
	СКС-30 АРКПН			СКС-30 АРКМ-15		
	1	2	3	1	2	3
Вязкость по Муни МБ 1+4 (100 °С), каучука	55	53	54	53	53	55
Условное напряжение при 300 % удлинении, МПа	13,6	13,8	14,4	11,2	12,2	14,3
Условная прочность при растяжении, МПа	24,1	24,6	25,6	22,7	22,9	24,8
Относительное удлинение при разрыве, %	520	525	550	480	500	520
Твердость по Шору А, у. ед.	57	58	69	52	54	54
Сопротивление раздиру, кН/м	53	66	85	50	58	76
Сопротивление многократному растяжению (100 %), тыс. циклов	70	74	94	65	68	82
Коэффициент теплового старения:						
– по прочности	0,44	0,55	0,75	0,38	0,48	0,69
– по относительному удлинению	0,25	0,38	0,45	0,29	0,38	0,48

\*Примечание: содержание олигомера составляет 40 кг/т каучука, волокнистой добавки – 5 кг/т каучука. Без добавок – [образец 1]; вязкое волокно – [2]; ВОД на основе ОСС МА + вязкое волокно [3]

Выявлено повышение устойчивости вулканизатов к термоокислительному старению, при сохранении всех остальных показателей согласно требованиям ТУ, что свидетельствует о снижении потерь антиоксиданта. Применение олигомеров в качестве агентов межфазного сочетания неполярной матрицы каучука и волокна приводит к повышению сопротивления раздиру и многократному растяжению у вулканизатов, содержащих волокноолигомерные добавки, по сравнению с вулканизатами без добавок.

Таким образом, можно сделать вывод, что отходы и побочные продукты нефтехимии и текстильной промышленности являются перспективным сырьем для получения многофункциональных добавок, используемых в технологии получения эмульсионных каучуков, которые в дальнейшем могут применяться для изготовления изделий инженерно-технического назначения.

#### Список используемых источников:

1. Никулин С.С., Пугачева И.Н., Черных О.Н. Композиционные материалы на основе бутадиен-стирольных каучуков. М.: Академия Естествознания, 2008. 145 с.
2. Никулин С.С., Акатова И.Н. Хлопковое волокно в производстве эмульсионных каучуков // Успехи современного естествознания, 2003. № 2. С.31-35.
3. Филимонова, О.Н. и др. Модификация эмульсионного каучука на стадии латекса // Каучук и резина. 2003. № 3. С. 13 – 16.
4. Никулин С.С., Акатова И.Н., Щербань Г.Т. Волокнистые наполнители в резинотехнических композициях. Воронеж: ВГЛТА, 2002. 63 с.
5. Черных О.Н., Пугачева И.Н., Никулин С.С. Наполнение эмульсионных каучуков модифицированными олигомерами из побочных продуктов нефтехимии // Промышленное производство и использование эластомеров, 2012. №2. С. 17-20.
6. Черных О.Н., Пугачева И.Н., Никулин С.С. Применение водноволокноолиго-мерноантиоксидантной дисперсии в производстве эмульсионных каучуков // Промышленное производство и использование эластомеров, 2013. Вып.3. С. 25-28.

7. Пояркова Т.Н., Никулин С.С., Пугачева И.Н., Кудрина Г.В., Филимонова О.Н. Практикум по коллоидной химии латексов. М.: Академия Естествознания, 2011. 124 с.

---

© 2016, Чернышева А.В., Филатова В.В.,  
Пугачева И.Н.

Получение композитов на основе эмульсионных  
каучуков с применением многофункциональных  
добавок

---

© 2016, Chernysheva A.V., Filatova V.V.,  
Pugacheva I.N.

Preparation on the basis of emulsion rubber  
composites with multifunctional additives

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.332

Поступила (Received): 24.10.2016

**Чеховской Е.И., Тихонов А.А., Прохоров Д.С., Агарков А.М.  
Обзор конструкций щековой дробилки для  
измельчения материала**

**Chekhovskoy E.I., Tihonov A.A., Prohorov D.S., Agarkov A.M.  
Review designs jaw crusher for crushing material**

Прежде чем начать анализ щековой дробилки необходимо разобраться с назначением данного оборудования. Щековая дробилка – это машина для механического дробления материала больших размеров путём сжатия щёк. Щековые дробилки применяются для разрушения хрупких, прочных и особо прочных материалов. По схеме приводного механизма различают щековые дробилки с простым и сложным движением подвижной щеки

**Ключевые слова:** щековая дробилка, производительность, измельчение

**Чеховской Евгений Игоревич**  
Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Тихонов Александр Андреевич**  
Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

**Прохоров Владимир Тимофеевич**

Доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой  
Институт сферы обслуживания и  
предпринимательства (филиал) ДГТУ  
г. Шахты, ул. Шевченко, 147

**Агарков Александр Михайлович**  
Ассистент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

Before beginning the analysis of the jaw crusher is necessary to understand the purpose of the equipment. Jaw crusher – a machine for mechanical crushing of the material by compressing large sized cheeks. Jaw crushers are used for the destruction of fragile, strong and highly durable materials. Under the scheme of the drive mechanism distinguish jaw crushers with simple and complex movement of the movable cheek

**Key words:** jaw crusher, performance, refinement

**Chekhovskoy Evgeniy Igorevich**  
Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Tihonov Alexander Andreevich**  
Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

**Prokhorov Vladimir Timofeevich**

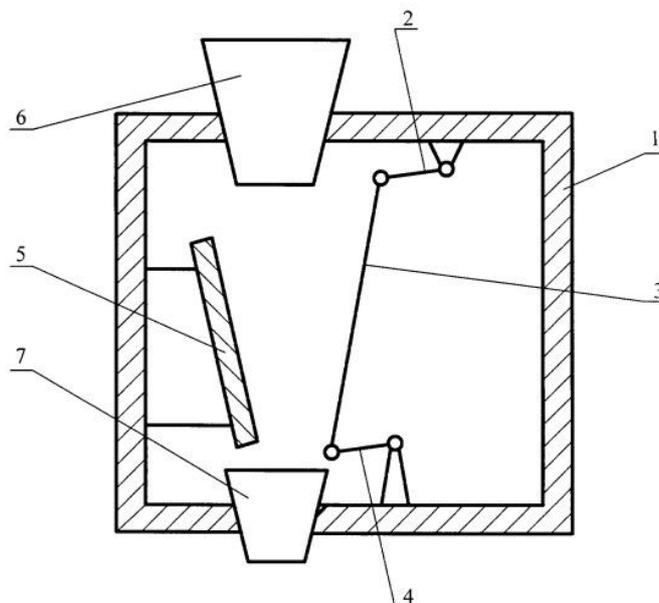
Doctor of Technical Sciences, Professor, head of  
Department  
Institute of the Service Sector and Entrepreneurship  
(branch) DSTU  
Shakhty, Shevchenko st., 147

**Agarkov Alexander Mikhailovich**  
Assistant

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

В Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Сибирский государственный индустриальный университет" авторами (Люленков В.И., Никитин А.Г., Витушкин А.В., Сахаров Д.Ф.) была предложена «Щековая дробилка» (патент РФ № 2453370) (рис. 1), задачей которого, является повышение производительности щековой дробилки [1, 4-8].

Изобретение относится к щековым дробилкам и может быть использовано для измельчения материалов.



**Рис. 1. Щековая дробилка**

Дробилка состоит из корпуса 1, в котором крепится приводной кривошипный вал 2, шарнирно соединенный с шатуном 3, выполненным заодно с подвижной щекой. К шатуну 3 в нижней его части шарнирно крепится приводное коромысло 4, длина которого равна эксцентриситету кривошипного вала, другим концом шарнирно соединенное с корпусом 1. К корпусу 1 также крепится неподвижная щека 5. В верхней части корпуса 1 имеется загрузочное окно 6, а в нижней – разгрузочное окно 7.

Дробилка работает следующим образом. При вращении кривошипного вала 2 движение от него передается подвижной щеке 3. Дробимый материал поступает через загрузочное окно 6 в камеру дробления, образованную подвижной и неподвижной щеками 3 и 5. Готовый продукт удаляется через разгрузочное окно 7.

Таким образом, использование предлагаемой конструкции по сравнению с прототипом позволяет повысить производительность щековой дробилки.

В Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова" инженерами (Тарасов Ю.Д., Тимофеев И.П., Голиков Н.С.) была предложена «Щековая дробилка» (патент РФ № 2463110) (рис. 2), техническим результатом которого, является повышение производительности дробилки и уменьшение энергопотребления при дроблении материала [2, 3, 9].

Изобретение относится к дробильному оборудованию, а именно к щековым дробилкам, и может быть использовано на дробильно-сортировочных заводах нерудной промышленности при производстве щебня и на обогатительных фабриках черной и цветной металлургии.

Щековая дробилка содержит размещенные под углом друг к другу, определяемым размерами приемного и разгрузочного отверстий камеры дробления, неподвижную щеку 1 и кинематически связанную с приводом 2 и распорной плитой 3 подвижную щеку 4.

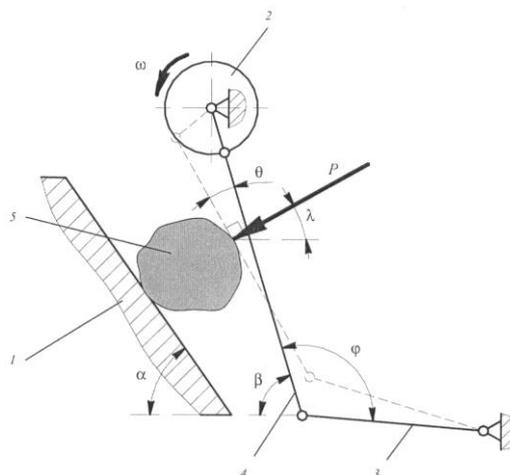


Рис. 2. Схема щековой дробилки

Неподвижная 1 и подвижная 4 щеки наклонены в сторону смещения подвижной щеки при ее рабочем ходе, соответственно, на углы  $\alpha$  и  $\beta$  относительно горизонтали при выполнении условия:

$$\beta = 0,5\pi - (\lambda + \theta),$$

где  $\beta$  – угол наклона подвижной щеки 4 в ее исходном положении,  $\lambda$  – угол отклонения вниз от горизонтали вектора усилия  $P$  сжатия кусков 5 дробимого материала при максимальном угле  $\theta$  поворота подвижной щеки 4. Угол  $\varphi$  между рабочей поверхностью подвижной щеки 4 в ее исходном положении и плоскостью распорной плиты 3 принимается равным  $120^\circ$ . Угол  $\beta$  наклона подвижной щеки 4 определяется при угле  $\lambda$  при котором вектор усилия  $P$  сжатия кусков 5 дробимого материала со стороны подвижной щеки 4 смещен под острым углом в сторону разгрузочной щели дробилки.

Щековая дробилка действует следующим образом. Загружаемые в камеру дробления куски 5 подлежащего дроблению материала при движениях подвижной щеки 4 разрушаются под воздействием усилия сжатия  $P$ . При этом благодаря наклонному положению подвижной щеки 4 под углом  $\beta$  к горизонтали с уклоном в сторону смещения подвижной щеки 4 при ее рабочем ходе вектор усилия  $P$  направлен таким образом, что он не препятствует продвижению вниз дробимого материала, а даже способствует этому. Отмеченный положительный эффект обеспечивается также соответствующей ориентацией распорной плиты 3, что подтверждено экспериментальными исследованиями. Более того, при дроблении материала затрачивается также меньше энергии, т.к. при рабочих

ходах подвижной щеки 4 не происходит подъема кусков 5 материала, а только их сжатие при дроблении.

**Список используемых источников:**

1. Sharapov R.R., Agarkov A.M. *Matrix Modeling of Technological Systems Grinding with Closed Circuit Ball Mill // World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 24. №10. С. 1399–1403.*
2. Sharapov R.R., Shrubchenko I.V., Agarkov A.M. *Determination of the optimal parameters of the equipment to obtain fine powders // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 12. С. 31341–31348.*
3. Агарков А.М., Шаратов Р.Р., Бойчук И.П., Прокопенко В.С. *Гидравлическое сопротивление концентрата // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 160-163.*
4. Харламов Е.В., Шаратов Р.Р., Степанов М.А. *Методика расчета аппарата для разделения железосодержащего минерального сырья // Механизация строительства. 2014. № 6 (840). С. 28-32.*
5. Харламов Е.В., Шаратов Р.Р., Харламова В.В., Прокопенко В.С. *Сепаратор кипящего слоя для разделения минерального сырья // Механизация строительства. 2015. № 8 (854). С. 37-39.*
6. Харламов Е.В., Шаратов Р.Р., Шаптала В.Г., Шаптала В.В. *Моделирование процесса разделения в магнитно-аэродинамическом сепараторе // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. № 4. С. 91–95.*
7. Шаратов Р.Р. *Энергетические параметры работы шаровых мельниц замкнутого цикла измельчения // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2007. № 3. С. 82-86.*
8. Щековая дробилка: пат. 2453370 Рос. Федерация; заявл. 2010-11-30; опубл. 20.06.2012
9. Щековая дробилка: пат. 2463110 Рос. Федерация; заявл. 2011-04-22; опубл. 10.10.2012

© 2016, Чеховской Е.И., Тихонов А.А., Прохоров Д.С., Агарков А.М.

Обзор конструкций щековой дробилки для измельчения материала

© 2016, Chekhovskoy E.I., Tihonov A.A., Prohorov D.S., Agarkov A.M.

Review designs jaw crusher for crushing material

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.336

Поступила (Received): 24.10.2016

**Шемякин А.В., Терентьев В.В., Морозова Н.М.  
Теоретическое обоснование очистки  
сельскохозяйственных машин с использованием  
энергии кавитации**

**Shemyakin A.V., Terentiev V.V., Morozova N.M.  
Theoretical justification of the cleaning of agricultural  
machinery using energy of cavitation**

*Статья содержит теоретическую информацию о возможности использования энергии кавитационной струи для очистки поверхностей сельскохозяйственных машин. Получена аналитическая зависимость условия разрушения загрязнения под воздействием кавитационной струи*

*The article contains theoretical information on the possibility of using the energy of the cavitation jet for cleaning surfaces of agricultural machines. The relationship terms of the destruction of pollution under the impact of a cavitation jet*

**Ключевые слова:** очистка, кавитация, струя

**Key words:** cleaning, cavitation, jet

**Шемякин Александр Владимирович**

*Доктор технических наук, доцент  
Рязанский государственный агротехнологический  
университет им. П.А. Костычева  
г. Рязань, ул. Костычева, 1*

**Shemyakin Alexander Vladimirovich**

*Doctor of Technical Sciences, Associate Professor  
Ryazan state agrotechnological university named  
P.A. Kostychev  
Ryazan, Kostycheva st., 1*

**Терентьев Вячеслав Викторович**

*Кандидат технических наук, доцент  
Рязанский государственный агротехнологический  
университет им. П.А. Костычева  
г. Рязань, ул. Костычева, 1*

**Terentyev Vyacheslav Viktorovich**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Ryazan state agrotechnological university named  
P.A. Kostychev  
Ryazan, Kostycheva st., 1*

**Морозова Наталья Михайловна**

*Кандидат технических наук, доцент  
Рязанский государственный агротехнологический  
университет им. П.А. Костычева  
г. Рязань, ул. Костычева, 1*

**Morozova Nataliya Mikhailovna**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Ryazan state agrotechnological university named  
P.A. Kostychev  
Ryazan, Kostycheva st., 1*

Работа по удалению загрязнения с поверхностей сельскохозяйственных машин складывается из механической работы, совершаемой струей воды или другими механическими факторами и приспособлениями и химической работы по ослаблению адгезионных связей между частицами загрязнений с очищаемой поверхностью [1,12].

Изменение величины химической работы связано с применением водных растворов на основе синтетических моющих веществ, что повышает энергозатраты на обслуживание, снижает безопасность работ, увеличивает экологическую опасность.

Поэтому повышение эффективности очистки необходимо осуществлять увеличением ее механического воздействия, которое может быть достигнуто за счет подвода дополнительного вида энергии, в качестве которого может быть использовано явление кавитационного взрыва [2].

Рассмотрим механизм взаимодействия энергии кавитационного взрыва с определенной массой загрязнения, которое расположено на поверхности объекта мойки [3]. При снижении давления в движущемся потоке жидкости до критического состояния, образуется пузырек воздуха, который движется в потоке по его направлению к поверхности загрязнения со скоростью  $V_{п}$ . Через определенный промежуток времени происходит возмущение верхней части пузырька из-за наличия градиента давления вблизи его стенок. При этом происходит образование микроструек жидкости, вызванное деформацией пузырька. Образующиеся микроструи «прошивают» пузырек воздуха со скоростью  $V_{к}$ , которая имеет очень большое значение. Микроструи воздействуют на поверхность загрязнения, разрушая ее [5,11,13,14].

При внедрении струйки в частицу загрязнения давление на контактной поверхности составит, в случае жесткого удара:

$$P = \frac{1}{2} \rho_{к} (V_{об} - U)^2 \tag{1}$$

где  $P$  – давление на контактной поверхности, Па,

$\rho_{к}$  – плотность жидкости в кумулятивной струйке, кг/м<sup>3</sup>,

$V_{об}$  – суммарная скорость взаимодействия кавитационной энергии с загрязнением, м/с,

$U$  – скорость контактной поверхности частицы загрязнения с кумулятивной струйкой, м/с.

В то же время, принимая, что материал частицы при ударе начинает течь, получаем давление на контактной поверхности:

$$P = \frac{1}{2} \rho_{з} \cdot U^2 + P_{д} \tag{2}$$

где  $\rho_{з}$  – плотность частицы загрязнения, кг/м<sup>3</sup>,

$P_{д}$  – динамический предел текучести, Па.

Приравняв выражение (1) и (2) и вводя соответствующие обозначения, получаем скорость контактной поверхности<sup>^</sup>

$$U = \frac{1}{1-\varphi_1} \left( V_{об} - \varphi_1 \sqrt{V_{об}^2 + \varphi_2} \right) \tag{3}$$

где

$$\varphi_1 = \frac{\sqrt{\rho_c}}{\rho_k} \tag{4}$$

$$\varphi_2 = \frac{2P_{д} \left( 1 - \frac{\sqrt{\rho_c}}{\rho_k} \right)}{\rho_c} \tag{5}$$

При установившемся процессе за один и тот же достаточно малый промежуток времени  $d t$  контактная поверхность пройдет путь, равный:

$$dL_U = U \cdot dt \quad (6)$$

Если кумулятивную струйку представить в виде жидкого клина, тогда за промежуток времени  $d t$  ее размер, в результате контакта с поверхностью, увеличится на величину:

$$dL_C = V_{\text{ОБ}} \cdot dt \quad (7)$$

Тогда малый промежуток времени определится:

$$dt = \frac{dL_{\text{ГЛ}}}{U} = \frac{dL_C}{V_{\text{ОБ}}} \quad (8)$$

Отсюда можно выразить глубину разрушения загрязнения:

$$L_{\text{ГЛ}} = \int_{2r}^{2R} \frac{U}{V_{\text{ОБ}}} dL_C \quad (9)$$

Если принять, что соударение происходит по длине струйки, равной начальному диаметру пузырька и, считая, что наименьший радиус пузырька есть радиус образующейся струйки. Тогда разрушение частицы загрязнения за один удар струйки произойдет в том случае, если глубина проникновения будет больше или равна среднему размеру частицы загрязнения.

$$L_{\text{ГЛ}} = \int_{2r}^{2R} \frac{2}{1-\varphi_1^2} \left( 1 - \sqrt{1 + \frac{\varphi_2}{V_{\text{ОБ}}^2}} \right) dR \quad (10)$$

Из выражения (10) видно, что для разрушения адгезионных связей частиц загрязнений с поверхностью машины, необходимо получать пузырьки такого радиуса, которые удовлетворяют следующим условиям [7,8,9]:

$$L_{\text{ГЛ}} \geq L_{\text{СР}}, \quad (11)$$

где  $L_{\text{СР}}$  – средний размер частицы загрязнения.

$$V_{\text{ОБ}} > \frac{\sigma}{\sqrt{E \cdot \rho_3}} \quad (12)$$

где  $\sigma$  – предельное напряжение разрушения адгезионных связей частиц загрязнения, Па,

$E$  – модуль упругости загрязнения, Па.

Создание кавитационной струи, приводящей к выполнению выше указанных условий, приведет к интенсификации процесса очистки и повышению его качества.

**Список используемых источников:**

1. Шемякин А.В., Костенко М.Ю., Попов А.С. Исследование способа очистки деталей сельскохозяйственных машин от консервационного материала с использованием устройства струйно-щеточного действия // Вестник РГАТУ. Рязань, 2012. № 3. С. 51-53.
2. Шемякин А.В., Костенко М.Ю., Латышёнок М.Б. Механическая очистка деталей сельскохозяйственной техники от консервационного материала // Механизация и электрификация сельского хозяйства. М., 2012. № 2. С. 28-29.
3. Шемякин А.В., Астахова Е.М. Детерминальная модель хранения сельскохозяйственной техники // Сб. науч. тр. молодых ученых Рязанской ГСХА. Рязань, 2005. С. 137-139.
4. Шемякин А.В., Терентьев В.В. Устройство для разгрузки сыпучих материалов из бункера // Механизация и электрификация сельского хозяйства. М., 2008. 7. С. 47.
5. Шемякин А.В., Астахова Е.М. Основные параметры абразивно-кавита-ционной струи и их влияние на интенсивность очистки сельскохозяйственных машин // Вестник РГАТУ. Рязань, 2010. № 4. С. 65-66.
6. Шемякин А.В., Костенко М.Ю., Терентьев В.В., Костенко Н.А. Прогнозирование качества работы картофелеуборочной машины // Сельский механизатор. М., 2013. № 5 (51). С. 6-7.
7. Шемякин А.В., Шемякина Е.Ю. Оценка качества хранения сельскохозяйственной техники // Механизация и электрификация сельского хозяйства. М., 2008. № 11. С. 2-3.

8. Шемякин А.В., Подъяблонский А.В. Технология и устройство для механической очистки деталей сельскохозяйственных машин от консервационного материала // Сб. науч. тр. преподавателей и аспирантов РГАТУ. Рязань, 2012. С. 30-33.
9. Шемякин А.В., Латышёнок М.Б. Теоретические основы повышения эффективности струйной очистки сельскохозяйственной техники // Ремонт, восстановление, модернизация. М., 2010. № 11. С.45-46.
10. Шемякин А.В., Костенко М.Ю., Латышёнок М.Б., Морозова Н.М. Укрытие для хранения сельскохозяйственной техники // Известия ТулГУ. Тула, 2011. № 4. С. 204-207.
11. Макеева, Е.Ю., Шемякин А.В., Терентьев В.В. Сопло для моечных установок // Патент на полезную модель RUS 73293 02.03.2007.
12. Морозова Н.М., Шемякин А.В., Терентьев В.В. Принципы организации выполнения работ по проведению подготовки и хранению зерноуборочных комбайнов // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. С-Пб., 2013. С. 355-358.
13. Шемякин А.В., Терентьев В.В. Экспериментальная установка для очистки сельскохозяйственной техники // Механизация и электрификация сельского хозяйства. М., 2008. № 6. С. 29-30.
14. Шемякин А.В., Терентьев В.В. Повышение эффективности противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственных машин консервационными материалами // Известия Юго-Западного государственного университета. Курск, 2016. № 2 (65). С. 87-91.

---

© 2016, Шемякин А.В., Терентьев В.В., Морозова Н.М.

*Теоретическое обоснование очистки сельскохозяйственных машин с использованием энергии кавитации*

---

© 2016, Shemyakin A.V., Terentiev V.V., Morozova N.M.

*Theoretical justification of the cleaning of agricultural machinery using energy of cavitation*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.340

Поступила (Received): 24.10.2016

## Шемякин А.В., Терентьев В.В., Морозова Н.М. Установка для очистки сельскохозяйственных машин перед ремонтом

Shemyakin, A.V., Terentiev V.V., Morozova N.M.  
Unit for cleaning agricultural machinery before repair

Статья содержит информацию об усовершенствованном способе и универсальном устройстве для очистки двигателей внутреннего сгорания перед ремонтом, лабораторной установке для проведения экспериментальных исследований и их результаты

The article contains information about the improved method and versatile device for cleaning internal combustion engine prior to repair, the laboratory setup for experimental studies and their results

**Ключевые слова:** очистка, двигатель, установка

**Key words:** cleaning, engine, installation

**Шемякин Александр Владимирович**  
Доктор технических наук, доцент  
Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева  
г. Рязань, ул. Костычева, 1

**Shemyakin Alexander Vladimirovich**  
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor  
Ryazan state agrotechnological university named P.A. Kostychev  
Ryazan, Kostycheva st., 1

**Терентьев Вячеслав Викторович**  
Кандидат технических наук, доцент  
Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева  
г. Рязань, ул. Костычева, 1

**Terentyev Vyacheslav Viktorovich**  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Ryazan state agrotechnological university named P.A. Kostychev  
Ryazan, Kostycheva st., 1

**Морозова Наталия Михайловна**  
Кандидат технических наук, доцент  
Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева  
г. Рязань, ул. Костычева, 1

**Morozova Nataliya Mikhailovna**  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Ryazan state agrotechnological university named P.A. Kostychev  
Ryazan, Kostycheva st., 1

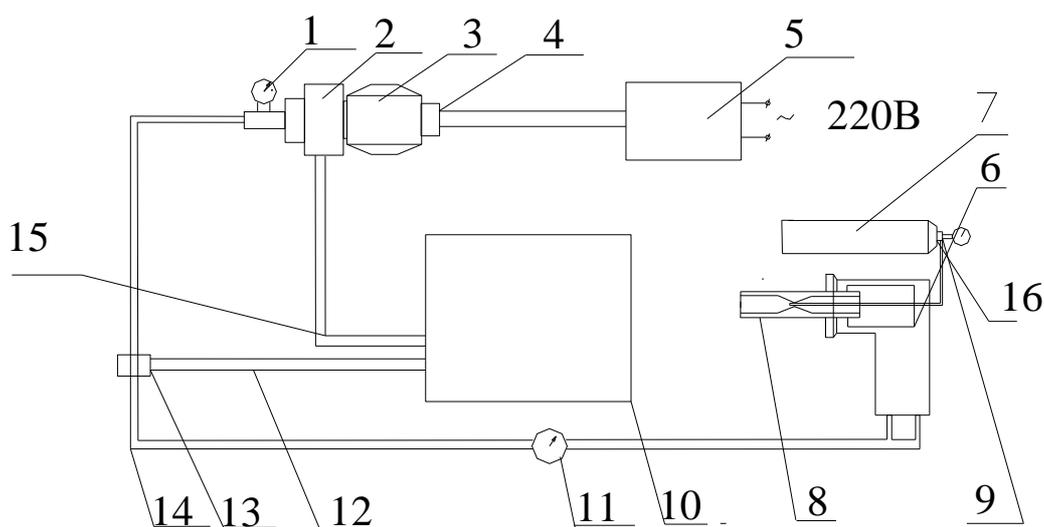
Очистка и мойка сельскохозяйственных машин важный технологический процесс, оказывающий непосредственное влияние на качество и культуру производства. Особенно остро проблема очистки и мойки стоит при проведении ремонтных работ. Высокое качество ремонта агрегатов и узлов сельскохозяйственных машин может быть достигнуто при максимальном удалении всех видов загрязнений [1].

Проведенные исследования существующих средств очистки сельскохозяйственных машин показали, что наиболее эффективными из них являются

универсальные устройства, позволяющие наряду с энергией водяной струи, использовать дополнительные виды энергии, что значительно повышает качество очистки.

В связи с этим в Рязанском ГАТУ была разработана лабораторная моечная установка (рисунок 1) в процессе работы, которой образуется ледно-кавитационная струя, формируемая в специальном устройстве (сопле) [1,9,13].

Физическая сущность воздействия ледно-кавитационной струи заключается в ее способности разрушать все виды загрязнений путем абразивного воздействия на них ледяных гранул углекислоты, разгоняющихся в толще воды за счет энергии кавитационного взрыва. При ударе гранулы углекислоты о поверхность происходит эффект сублимации частицы (переход ее из твердого состояния в газообразное минуя жидкую фазу), при этом выделяется значительное количество энергии достаточное для разрушения любого загрязнения. После удара гранулы углекислоты сублимируют, не оставляя следов и не повреждая поверхность, вода смывает разрушенные загрязнения [4,6,8].



**Рис. 1. Экспериментальная установка для очистки**

Экспериментальная установка для очистки сельскохозяйственных машин перед ремонтом (рис. 1) подключена к щиту питания 5 и состоит из пускового устройства 4, электропривода 3, насоса высокого давления 2, ледно-кавитационного пистолета 6 с насадкой 8, емкости с моющей жидкостью 10, баллона с углекислотой 7. На установке смонтирован манометр 1, расходомер 9 и 11 для углекислоты и жидкости, а также напорная 14 и перепускная магистраль 12, имеющая перепускной клапан 13. Кран для подачи углекислоты 16.

Рабочий процесс установки должен быть организован следующим образом. При подаче воды насосом, создающим давление в моечном пистолете, в нем происходит образование кавитационных пузырьков за счет метода критического сечения, пузырьки возникают при прохождении жидкости через резко

сужающийся канал (кавитационный генератор). Далее в образовавшуюся водно-кавитационную струю подается углекислота при температуре  $-70^{\circ}\text{C}$ , при этом в струе происходит образование ледяных гранул. Ледяные гранулы, движущиеся в кавитационном потоке используя энергию схлопывания пузырьков, разгоняются и подаются на поверхность [8,13].

С помощью регулировок, предусмотренных в конструкции установки, мы имеем возможность задавать два режима работы: «кавитационный» и «ледно-кавитационный».

«Кавитационный» режим предназначен для очистки слабо- и среднесвязанных загрязнений.

«Ледно-кавитационный» режим предназначен для очистки сильносвязанных загрязнений.

Проведенные испытания экспериментальной установки показали ее высокую эффективность при удалении всех видов загрязнений, а именно позволило повысить степень чистоты поверхности на 10-15%, время процесса очистки уменьшить на 50-70%, трудоемкость уменьшить в среднем в 4 раза, а общие материальные затраты более чем в 5 раз [13,14].

Внедрение предложенного способа и устройства позволит повысить качество проведения технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственных машин.

#### **Список используемых источников:**

1. Шемякин А.В., Шемякина Е.Ю. Оценка качества хранения сельскохозяйственной техники // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. М., 2008. № 11. С. 2-3.
2. Шемякин А.В., Латышёнок М.Б. Основные параметры абразивно-кавитационной струи и их влияние на интенсивность очистки сельскохозяйственных машин // *Вестник РГАТУ*. Рязань, 2010. № 4. С. 65-66.
3. Шемякин А.В., Костенко М.Ю., Латышёнок М.Б., Морозова Н.М. Укрытие для хранения сельскохозяйственной техники // *Известия ТулГУ*. Тула, 2011. № 4. С. 204-207.
4. Шемякин А.В., Костенко М.Ю., Попов А.С. Исследование способа очистки деталей сельскохозяйственных машин от консервационного материала с использованием устройства струйно-щеточного действия // *Вестник РГАТУ*. Рязань, 2012. № 3. С. 51-53.
5. Шемякин А.В., Астахова Е.М. Детерминальная модель хранения сельскохозяйственной техники // *Сб. науч. тр. молодых ученых Рязанской ГСХА*. Рязань, 2005. С. 137-139.
6. Шемякин А.В., Подъяблонский А.В. Технология и устройство для механической очистки деталей сельскохозяйственных машин от консервационного материала // *Сб. науч. тр. преподавателей и аспирантов РГАТУ*. Рязань, 2012. С.30-33.
7. Шемякин А.В., Костенко М.Ю., Терентьев В.В., Костенко Н.А. Прогнозирование качества работы картофелеуборочной машины // *Сельский механизатор*. М., 2013. № 5 (51). С. 6-7.
8. Шемякин А.В., Костенко М.Ю., Латышёнок М.Б. Механическая очистка деталей сельскохозяйственной техники от консервационного материала // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. М., 2012. № 2. С. 28-29.
9. Шемякин А.В., Латышёнок М.Б. Теоретические основы повышения эффективности струйной очистки сельскохозяйственной техники // *Ремонт, восстановление, модернизация*. М., 2010. № 11. С.45-46.
10. Шемякин А.В., Терентьев В.В. Устройство для разгрузки сыпучих материалов из бункера // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. М., 2008. 7. С. 47.
11. Макеева, Е.Ю., Шемякин А.В., Терентьев В.В. Сопло для моечных установок // *Патент на полезную модель* RU 73293 02.03.2007.

12. Морозова Н.М., Шемякин А.В., Терентьев В.В. Принципы организации выполнения работ по проведению подготовки и хранению зерноуборочных комбайнов // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. С-Пб., 2013. С. 355-358.
13. Шемякин А.В., Терентьев В.В. Экспериментальная установка для очистки сельскохозяйственной техники // Механизация и электрификация сельского хозяйства. М., 2008. № 6. С. 29-30.
14. Шемякин А.В., Терентьев В.В. Повышение эффективности противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственных машин консервационными материалами // Известия Юго-Западного государственного университета. Курск, 2016. № 2 (65). С. 87-91.

---

© 2016, Шемякин А.В., Терентьев В.В.,  
Морозова Н.М.

Установка для очистки сельскохозяйственных  
машин перед ремонтом

---

© 2016, Shemyakin, A.V., Terentiev V.V.,  
Morozova N.M.

Unit for cleaning agricultural machinery before  
repair

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.344

Поступила (Received): 23.10.2016

## Шипеева К.В. Windows и Linux. Что безопаснее?

### Shipeeva Ch.V. Windows and Linux. What it is safer?

В данной статье указаны все влияющие факты, о том какая операционная система более безопасная для ваших файлов. Противостояние Windows и Linux по безопасности позволило определить основные характеристики системы. Такие характеристики позволят определиться, какая именно операционная система самая безопасная

**Ключевые слова:** система, защита, данные, информация, безопасность

**Шипеева Кристина Владимировна**

Студент

Омский государственный технический университет

г. Омск, пр. Мира, 11

In this article all influencing facts, about that what operating system safer for your files are specified. Opposition of Windows and Linux allowed to determine the main characteristics of system by safety. Such characteristics will allow to be defined what operating system the safest

**Key words:** system, protection, data, information, safety

**Shipeeva Christina Vladimirovna**

Student

Omsk state technical university

Omsk, Mira ave., 11

Споры о том, какая же оперативная система безопасная и придаст минимальное количество проблем, происходят до сих пор. Пользователи рассказывают о множества кочующих данных и фактах той или иной системы. Но одного желанья чтобы выиграла та или иная система, маловато. Необходимо смотреть в корень проблемы и из-за чего такое происходит. В данной статье указаны все преимущества и недостатки Windows и Linux.

Концепция Windows имеет некоторые особенности:

1. Windows буквально не так давно перешла с однопользовательской модели до многопользовательской.

2. Windows по своим свойствам значитесь как монолитная система, а не модульная. Монолитная работает в общем модуле, а модульная работает с несколькими моделями, в них по уровням разделена работа. Такая структурированность в монолитной системе пропускает большего ущерба чем ожидаешь.

3. Не выполняются нормальные положения конструкции по распределению задач по уровням, который используется в обычном версии конструкции ОС. Он смещает все задачи в одно ядро, центра деятельности, там, где урон более сильный. Монолитная система непредсказуема по своей конструкции, когда в системе огромное количество узлов, и в случае поврежденности одного то система будет страдать в целом. Лишь одно может нанести изменения – это каскадное применение на дополнения и сервиса. Такое воздействие, как каскадное

является любое изменение в одной из множества частей механизма, воздействует на общий механизм и дополнений что завьсят от механизма.

4. В данной ОС используется удалений вызов процедуры, что работает так, что работа которая выполняется внутри, программа отправляет через интернет с командами другой программе на выполнение какой-либо процедуры. Такой удаленный вызов процедур является небезопасным, так как позволяет системе быть в сети. При появлении бреши вам компьютер в сети в опасности создается варианты применить ваш компьютер для других действий, отключить это нет возможности так, как Windows применяет удаленные вызовы и без интернета.

Linux, как и Windows тоже имеет несколько особенностей:

1. Linux является изначально многопользовательской системой, и с самого начала существует изоляция пользователей от документов и файлов, которые связаны с работой ОС в целом. Создавая текстовый документ, исключительно один абонент может воздействовать, у других пользователей это не получится без разрешения админа.

2. Ограничение по умолчанию – это функция модульной концепции. Если на почту пользователя придет зараженное письмо, то вред наносится исключительно на файлы данного абонента, даже если браузер заразится, то только у этого пользователя, и это максимальный вред, который может нанести вредоносное письмо.

3. Linux работает по модульному принципу, это система сканируется по слоям от ядра – центра, до множества приложений. Нет общего браузера для всех, один пользователь использует ссылку в браузере, которая нанесет вред, но на этом вред закончится так, как вирус не пойдет дальше к другим пользователям, браузер будет ее окончательной точкой.

4. Linux и его ядро поддерживает модульные драйвера, в некотором смысле является монолитным ядром, что процессы в нем взаимосвязаны.

5. Ошибки в драйверах графического адаптера служат причиной повреждения и не функциональности в Windows. Это выходит по причине интеграции графики в ядро, где этот баг может привести к сбою системы. В свою очередь, Linux применяет графические драйвера работать вне ядра. В этом случае такая ошибка приведет только в отказе графического приложения.

6. Linux не связаны с удаленным вызовом процедур, поэтому по умолчанию не имеется подступа к интернету. Если интернет подключен, то система сгенерируется что другие запросы, от каких-либо компьютеров в сети.

7. Linux и их сервисы отлично подходят для действия, для удаленного контроля. Часто используется инсталлирование без включенного монитора для контроля удаленно, такой способ не подвергает сервер угроза, нежели локальный способ контроля.

Исходя из множества факторов, Windows по своей конструкции является небезопасной системой. Со временем и усовершенствованием ОС Windows стал настолько сложным, что обезопасить его становиться все труднее. С Linux все наоборот, он развивается в сфере защиты компьютера и его элементов, при правильном выборе приложения в связке с Linux, увеличиваются шансы на то, что самые ловкие, не смогут получить доступ к системе.

**Список используемых источников:**

1. Ложников П.С., Михайлов Е.М. Безопасность компьютерных систем на основе операционных систем Windows 2003/XP. 2007. С. 108-112.

---

© 2016, Шипеева К.В.

*Windows и Linux. Что безопаснее?*

---

© 2016, Shipeeva Ch.V.

*Windows and Linux. What it is safer?*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.347

Поступила (Received): 24.10.2016

## Шубин В.В., Дядин М.О., Прокопенко В.С. Эффективности процесса классификации инерционных аппаратов

### Shubin V.V., Dyadin M.O., Prokopenko V.S. The effectiveness of the classification process of inertial apparatuses

Прежде чем начать сравнивать эффективность классификации в инерционных аппаратах необходимо разобраться с назначением данных машин. К инерционным аппаратам относятся гравитационные классификаторы которые для получения продуктов с размером наибольших частиц от 1 до 0,2 мм; исключение составляет вертикально-поточный классификатор. Гравитационные классификаторы можно разделить на следующие группы: поперечно-поточные (отклоняющие); поворотные (метательные); противоточные (равновесные); каскадные

**Ключевые слова:** классификация, продукт, процесс

Before you start to compare the efficiency of classification in the inertial devices must understand the purpose of these machines. To inertial apparatus includes gravitational classifiers are for products with the size of the largest particle from 1 to 0,2 mm, with the exception of vertical-flow classifier. Gravitational classifiers can be divided into the following groups: cross-flow (rejects); turning (throwing); counter flow (equilibrium); cascade

**Key words:** classification, product, process

#### **Шубин Владислав Витальевич**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

#### **Shubin Vladislav Vitalyevich**

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

#### **Дядин Максим Олегович**

Студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

#### **Dyadin Maxim Olegovich**

Student

Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

#### **Прокопенко Владислав Станиславович**

Ассистент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
г. Белгород, ул. Костюкова, 46

#### **Prokopenko Vladislav Stanislavovich**

Assistant

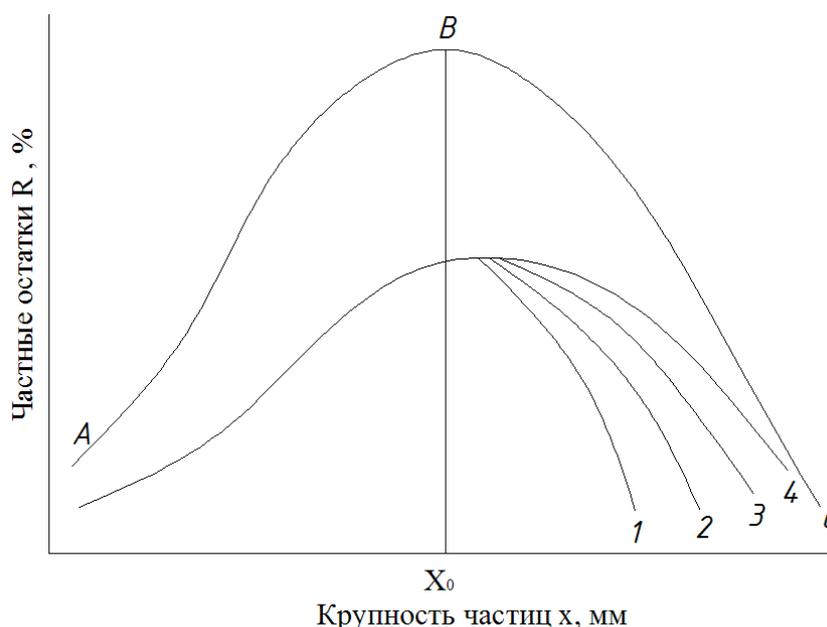
Belgorod state technological university named V.G. Shukhov  
Belgorod, Kostyukova st., 46

По назначению устройства для очистки газа (воздуха) от пыли подразделяются на пылеуловители и воздушные фильтры. Первые служат для санитарной очистки газов и воздуха перед их выбросом в атмосферу и для технологической очистки с целью улавливания и возврата ценных пылевидных продуктов

или полуфабрикатов, а вторые – для очистки приточного воздуха, подаваемого вентиляционными установками в производственные и общественные здания. Пылеуловители делятся на две категории: аппараты без применения жидкости и с ее применением. Такое деление принято в ГОСТ 12.2.043-80 «Оборудование пылеулавливающее. Классификация».

В промышленности для оценки эффективности процесса классификации применяются различные методы.

В химической промышленности, теплотехнической и некоторых других широкое распространение получил метод Розина – Раммлера [1], согласно которому совершенство процесса классификации характеризуется величиной извлечения материала.



**Рис. 1. Характеристики итерационного разделения исходного материала и продуктов, с постоянным извлечением: 1–4 – различные мелкие продукты, полученные при разделении на разных аппаратах**

Этот метод, правильно отражающий работу пылеотделителя, переносится на классификацию без учета ее отличительных особенностей. Можно показать недостаточность такого подхода к процессам классификации.

Предположим, что некоторое количество материала с дисперсной характеристикой, изображенной на рис. 1 кривой  $ABC$  подвергается итерационному разделению на различных аппаратах. Режимы процессов подбираются таким образом, что извлечение мелочи во всех случаях остается одним и тем же. Однако эти процессы могут быть неидентичными вследствие различного количества крупных фракций, извлекаемых совместно с мелочью.

Пример показывает, что при использовании такого метода различные по качеству акты разделения могут иметь одинаковую численную характеристику.

В гравитационном разделителе можно создать режим, при котором весь поданный материал попадет в один из продуктов классификации без изменения фракционного состава [2]. При этом извлечение составит 100%, хотя никакой классификации не происходило.

При грохочении, когда отсутствует загрязнение нижнего продукта верхним, извлечение достаточно полно характеризует процесс. Чем выше извлечение мелочи на грохоте, тем эффективнее его работа. Однако по величине извлечения верхнего продукта работу грохота характеризовать нельзя, так как она в течение процесса остается постоянной и составляет 100%.

В.П. Ромадин [3] предложил характеризовать процесс классификации не одной, а двумя величинами – извлечением обоих продуктов классификации.

П.Г. Романков и П.А. Яблонский [4] оценивают эффективность процесса также двумя показателями, но относят их к одному продукту классификации – это извлечение и загрязнение его. Эти показатели наиболее полно характеризуют процесс разделения, однако отсутствие единого критерия затрудняет сравнение различных процессов разделения. Действительно, не просто определить, какой из двух актов разделения эффективнее, если результаты их следующие [5]:

$$1. \varepsilon_{M1}=95\%, \varepsilon_{Kp}=71\% \text{ и } \varepsilon_{M2}=89\%, \varepsilon_{Kp2}=77\%$$

или

$$2. \varepsilon_{M1}=93\%, K_{M2}=18\% \text{ и } \varepsilon_{M2}=86\%, K_{M2}=11\%.$$

При незначительной стоимости исходного материала иногда характеризуют процесс качеством готового продукта [6-9]. Такие оценки производятся, например, при разделении воздуха на составляющие части или выделении изотопов тяжелого водорода из воды.

При высокой степени извлечения процесс разделения иногда характеризуют потерями в отходах или величиной выхода обогащенного продукта.

Эти показатели рассматриваемых частных случаев безусловно имеют смысл, однако ясно, что они неполно отражают существо задач, решаемых классификацией, и поэтому не могут применяться в качестве основных показателей процесса.

#### Список используемых источников:

1. Sharapov R.R., Prokopenko V.S. Modeling of the separation process in dynamic separators // *World Applied Sciences Journal*. 2013. Т. 25. № 3. С. 536-542.
2. Агарков А.М., Шарапов Р.Р., Прокопенко В.С. Анализ гидравлического сопротивления концентратора // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2016. № 3. С. 87-90.
3. Барский Л.А., Пласкин И.Н. Критерии оптимизации разделительных процессов. М., «Недра», 1967. 118 с.
4. Барский М.Д. Оптимизация процесса разделения зернистых материалов, М., «Недра», 1978. 168 с.
5. Барский М.Д., Ревнивцев В.И., Соколкин Ю.В., Гравитационная квалификация зернистых материалов, М., «Недра», 1974, 232 с.
6. Орехова Т.Н., Прокопенко В.С. Тонкодисперсные порошки для асфальтобетона // *Научный альманах*. 2016. № 1-1 (15). С. 465-467.
7. Розин, Раммлер. Подготовка, сушки, размол, сжигание низкосортных топлив НКТВ, М., Госэнергоиздат, 1933, 96 с.

8. Романков П.Г., Яблонский П.А. О влияние различных внутренних устройств в сепараторе с вращающимися отбойными лопастями на эффективность классификации. «Химическая промышленность», 1959, №1. с. 67–71.

9. Шарапов Р. Р., Прокопенко В.С., Шарапов Ринат Р., Азарков А.М., Моделирование процесса разделения тонкодисперсных материалов в динамических сепараторах, Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2015. № 2. С. 84-89.

---

© 2016, Шубин В.В., Дядин М.О., Прокопенко В.С.  
Эффективности процесса классификации  
инерционных аппаратов

---

© 2016, Shubin V.V., Dyadin M.O., Prokopenko V.S.  
The effectiveness of the classification process of  
inertial apparatuses

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.351

Поступила (Received): 01.10.2016

**Эдигаров В.Р., Алимбаева Б.Ш., Перков П.С.  
Упрочнение поверхностных слоев деталей  
электрохимической обработкой с дополнительной  
деформацией поверхностного слоя**

**Edigarov V.R., Alimbayeva B.Sh., Perkov P.S.  
Hardening of blankets of details electrochemical  
processing with additional deformation of a blanket**

*Рассмотрено влияние комбинированной электрохимической обработки с комплексным силовым воздействием на свойства упрочненного поверхностного слоя, изучено влияние на формируемый поверхностный слой в процессе ЭМО дополнительного ударного воздействия.*

*Динамическое силовое воздействие в процессе ЭМО обеспечивает достижение более высоких значений микротвердости поверхностного слоя*

**Ключевые слова:** электрохимическая обработка, термо-деформационное воздействие, динамическое нагружение, зона деформации

**Эдигаров Вячеслав Робертович**

*Кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры*

*Омский автобронетанковый инженерный институт, г. Омск*

**Алимбаева Ботагоз Шайдуловна**

*Кандидат технических наук, доцент*

*Омский автобронетанковый инженерный институт, г. Омск*

**Перков Павел Сергеевич**

*Аспирант*

*Омский автобронетанковый инженерный институт, г. Омск*

*Influence of the combined electrochemical processing with complex power impact on properties of the strengthened blanket is considered, influence on the formed blanket in the course of EMO of additional shock influence is studied. Dynamic power influence in the course of EMO provides achievement of higher values of microhardness of a blanket*

**Key words:** electrochemical processing, thermo-deformation influence, dynamic loading, deformation zone

**Edigarov Vyacheslav Robertovich**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Chief of Department*

*Omsk autoarmoured engineering institute, Omsk*

**Alimbayeva Botagoz Shaydulovna**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

*Omsk autoarmoured engineering institute, Omsk*

**Perkov Pavel Sergeyevich**

*Graduate*

*Omsk autoarmoured engineering institute, Omsk*

Большими потенциальными возможностями улучшения эксплуатационных свойств поверхностей деталей машин обладает электрохимическая обработка (ЭМО) [1,2,3,4].

Для ЭМО характерно тепловое воздействие, основным источником которого является прохождение через место контакта поверхности и рабочего

инструмента электрического тока большой силы (до 1500А) и малого напряжения (3-6 В), статическое приложение деформационного усилия, что создает суммарное постоянное по величине термо-деформационное воздействие на зону обработки.

Создание дополнительного деформирующего воздействия при производстве электромеханической обработки за счет динамической составляющей нагрузки, которая формируется в ударной системе и сообщается в зону деформации в виде, например, пролонгированного импульса позволяет увеличить глубину создаваемого упрочненного поверхностного слоя, его твердость, а также измельчить закалочные структуры в момент их формирования.

Возможные сочетания теплового и механического воздействий в ходе ЭМО, могут быть реализованы при использовании постоянного или переменного тока; статического или импульсного пластического деформирования; синхронного или асинхронного приложения ударных и электрических (тепловых) импульсов с запаздыванием или опережением рабочих импульсов относительно друг друга; варьированием числа (частоты) ударных импульсов за длительность одного электрического, с использованием волновых процессов, в т.ч. с пролонгацией ударного импульса и т.д.

Такие разновидности электромеханической обработки как электромеханическая обработка с динамическим силовым воздействием (ЭМОсДСВ), с импульсными ударными нагрузками (ЭМИО) [2,4] позволяют достичь наибольшей интенсивности температурно-силового воздействия на материал в процессе обработки. При ЭМО одновременно с пропусканием электрического тока через место контакта рабочего инструмента и обрабатываемой поверхности создаются ударные силовые импульсы, синхронные с импульсами электрического тока, при этом длительность и частота этих импульсов равна электрическим импульсам. Такое изменение технологии традиционной электромеханической обработки со статическим действием контактной нагрузки позволяет существенно повысить скорость тепловых и деформационных процессов и создать условия для увеличения количества энергии динамического воздействия, затрачиваемого на пластическое деформирование поверхностного слоя, его пролонгации.

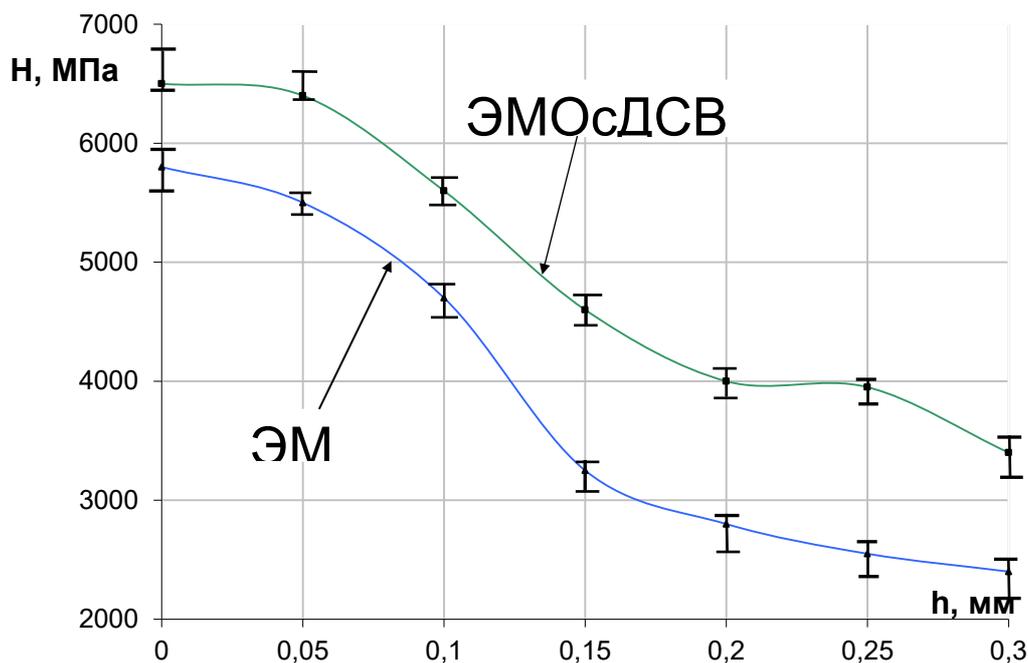
Особенности влияния дополнительного ударного воздействия в процессе ЭМО исследовались на цилиндрических диаметром 50 мм изготовленных из стали марок 45 и 38ХС в нормализованном исходном состоянии, подвергнутых комбинированной электромеханической обработке с динамическим силовым воздействием (ЭМОсДСВ). Обработка проводилась в один проход. Выбор в качестве объекта исследования вышеуказанных сталей объясняется их широким использованием в машиностроении и в частности в узлах многоцелевых гусеничных машин, к которым предъявляются высокие требования по надежности, прочности и износостойкости.

В процессе «классической» ЭМО со статическим нагружением инструмента наибольшая толщина упрочненного слоя ( $h \approx 1-3$  мм) достигается при плотности тока 1600 А/мм<sup>2</sup> и более, причем дальнейшее увеличение плотности тока не приводит к закономерному пропорциональному увеличению  $h$ , и более того ведет к снижению некоторых эксплуатационных характеристик поверхностного слоя, связанных, например, с образованием вторичной шероховатости поверхности.

Динамическое силовое воздействие в процессе ЭМО обеспечивает достижение более высоких значений  $h$  при значительно меньших плотностях тока.

В процессе проведения экспериментальных исследований силу удара  $P_{дин}$  при ЭМО варьировали от 900 до 2500 Н в соответствии с результатами расчета по формуле (1).

Исследования микротвердости и металлографический анализ поверхностного слоя, полученного при ЭМОсДСВ в один проход, показали, что импульсное энергетическое воздействие на обрабатываемую поверхность и связанные с этим тепловые эффекты приводят к неоднородности свойств в поверхностных и приповерхностных слоях исследуемых сталей.



**Рис. 1. Зависимость изменения микротвердости по глубине упрочненного поверхностного слоя для деталей обработанных ЭМО и ЭМОсДСВ, для стали 38ХС при одинаковых значениях  $V, I$**

На рис.1 показано распределение микротвердости по толщине упрочненного поверхностного слоя. Установлено, что микротвердость  $H_{\mu}$  и толщина упрочненного слоя  $h$  в значительной степени зависят от режимов обработки – плотности тока  $j$  и силы статического и динамического нагружения (силы удара  $P_{дин}$ ). В приповерхностных объемах для стали 38ХС  $H_{\mu} = 6500 \dots 7500$  МПа, а значение  $h$  в некоторых случаях может достигать 0,3...0,8 мм, а при больших значениях плотности тока и до 1 мм.

Анализ микроструктуры сталей 45 и 38ХС после динамической электрохимической обработки с разными режимами упрочнения показал в поверхностных слоях наличие зоны так называемого «белого слоя». При этом в зависимости от сочетания деформационного и теплового воздействия на обрабатываемую поверхность «белый слой» может формироваться как на поверхности образца, так и в приповерхностной области, что объясняется образованием избыточной теплоты в зоне обработки которая не успевает отводиться в тело детали, и температура нагрева поверхностного слоя значительно превышает пороговое

значение. В результате возникновения большого количества теплоты происходит незначительный отпуск закаленной на «белый слой» стали. Кроме того, различные режимы импульсной обработки приводят к наличию или отсутствию полос сдвига в зоне упрочнения.

Экстремальные условия, создаваемые в зоне обработки при импульсном температурно-силовом воздействии в ходе ЭМОсДСВ, приводят к возникновению в материале термодинамически неравновесных структур, обусловленных сочетанием дисперсных метастабильных фаз, повышенной субструктурной и концентрационной неоднородностью, ростом несовершенств кристаллического строения. Подобные эффекты становятся причиной повышенной микротвердости «белого слоя», упрочненного ЭМОсДСВ.

Таким образом, изменение характера приложения усилия и пластического деформирования в процессе ЭМО приложение ударного воздействия на поверхность позволяет повысить интенсивность процесса высокотемпературной деформации и способствовать дополнительному упрочнению обрабатываемой поверхности. Сравнительный анализ зависимостей микротвердости по глубине упрочненного поверхностного слоя для деталей обработанных ЭМО и ЭМОсДСВ показывает средний прирост твердости равный 15...30 %, при одинаковых значениях технологических факторов упрочнения (силы тока и скорости обработки). При этом высокие скорости и температуры протекающих процессов способствуют фиксации указанных упрочненных структур на большей глубине поверхностного слоя, что невозможно достичь при традиционной электромеханической обработке со статическим прижатием инструмента к обрабатываемой поверхности. Анализ полученных результатов экспериментов показывает перспективность развития и совершенствования ЭМОсДСВ, исследуемый способ обработки обладает высокими потенциальными возможностями эффективного управления структурно-фазовыми превращениями при ЭМО благодаря воздействию на обрабатываемую поверхность импульсов заданной формы, амплитуды и продолжительности.

#### **Список используемых источников:**

1. Аскинази, Б.М. Упрочнение и восстановление деталей машин электромеханической обработкой. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. 196 с.
2. Эдигаров, В.Р. Технологии и оборудование комбинированных способов электромеханической обработки. Омск: ОАБИИ, 2014. 280 с.
3. Патент 132751. Российская федерация, МПК В24В 39/04 (2006.01). Державка для комбинированной электромеханоимпульсной обработки. Эдигаров В.Р., Дегтярь В.В., Ушнурцев С.В., Новиков П.Д. [и др.]: заявитель и патентообладатель Эдигаров В.Р. № 2013105500/02; заявл. 08.02.2013; опубл. 27.09.2013, Бюл.№27.
4. Матлин М.М., Дудкина Н.Г., Дудкин А.Д. Особенности формирования упрочненного слоя при электромеханической обработке с динамическим силовым воздействием // Упрочняющие технологии и покрытия. 2007. № 6(30). С.38-41.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.355

Поступила (Received): 16.10.2016

**Абдугаффарова К.К., Чиркунова Н.В.,  
Приезжева А.Н., Дорогов М.В.  
Получение икосаэдрических и декаэдрических  
малых частиц серебра методом электроосаждения**

**Abdugaffarova K.K., Chirkunova N.V., Priezzheva A.N., Dorogov M.V.  
Obtaining of silver icosahedral and decahedral small  
particles by electrodeposition**

*В работе представлен способ получения икосаэдрических и декаэдрических малых частиц меди и серебра. Пентагональные частицы выращивались методом электроосаждения металла. Указаны технологические режимы получения пентагональных объектов. Исследована структура и морфология малых частиц, полученных методом электролиза*

**Ключевые слова:** пентагональная симметрия, икосаэдрическая и декаэдрическая малая частица

*This paper presents a method for preparing icosahedral and decahedral small particles of copper and silver. Pentagonal particles were grown by electrodeposition of metal. Shown technological regimes of obtaining pentagonal objects. The structure and morphology of the small particles obtained by electrolysis were studied*

**Key words:** pentagonal symmetry, icosahedral and decahedral small particle

**Абдугаффарова Кристина Камильевна**  
Младший научный сотрудник  
Тольяттинский государственный университет  
г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

**Abdugaffarova Kristina Kamilievna**  
Junior Researcher  
Togliatti state university  
Togliatti, Belorusskaya st., 14

**Чиркунова Наталья Валерьевна**  
Научный сотрудник  
Тольяттинский государственный университет  
г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

**Chirkunova Natalia Valerievna**  
Researcher  
Togliatti state university  
Togliatti, Belorusskaya st., 14

**Приезжева Анастасия Николаевна**  
Младший научный сотрудник  
Тольяттинский государственный университет  
г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

**Priezzheva Anastasia Nikolaevna**  
Junior Researcher  
Togliatti state university  
Togliatti, Belorusskaya st., 14

**Дорогов Максим Владимирович**  
Кандидат физико-математических наук, доцент  
Тольяттинский государственный университет  
г. Тольятти, ул. Белорусская, 14

**Dorogov Maksim Vladimirovich**  
Candidate of Physical and mathematical Sciences,  
Associate Professor  
Togliatti state university  
Togliatti, Belorusskaya st., 14

*Научно-исследовательская работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-32-00402)*

Термином малые частицы в настоящее время объединяют такие понятия как: ультрадисперсные частицы, микро- и нано- частицы или кристаллы [1]. Малые частицы в форме порошка активно используются в технике и промышленности, особенно это относится к таким металлическим частицам как медь и серебро, которые широко применяются, благодаря хорошей тепло- и электропроводности, при производстве электротехнических и электронных изделий. Также медные и серебряные малые частицы применяются в химической промышленности, например, серебро – наиболее часто используемый катализатор окисления метанола в формальдегид [2].

В физике твердого тела хорошо известно, что на свойства частиц влияет не только их состав и размер, но и морфология.

Пентагональные частицы и кристаллы вызывают высокий интерес у исследователей благодаря особенностям своего строения. В пентагональных объектах присутствуют оси симметрии 5-го порядка и высокоэнергетические дефекты дисклинационного типа, создающие дальнедействующие поля упругих напряжений.

Описание пентагональных объектов можно встретить уже в 1831 г. В своей работе Роуз описал частицы золота в форме сильно фасетированного декаэдра. Уже тогда необычная форма частиц привлекла внимание исследователей, поскольку они обладают осями симметрии 5-го порядка, запрещенными законами кристаллографии. Первые упоминания о медных пентагональных объектах относятся к 1882 г [3]. Для описания декаэдрических и икосаэдрических частиц Херманн в [4] предложил некристаллические точечные группы симметрии  $D_{5h}$  и  $I_h$ .

Наиболее полное описание структуры пентагональных частиц представлено в [1, 5, 6]. Декаэдрические частицы имеют 7 вершин, 10 граней {111} и обладают 1 осью симметрии 5-го порядка. Частицы в форме икосаэдра 12 вершин, 20 граней {111} и 6 осей симметрии 5-го порядка. В икосаэдрических и декаэдрических частицах топологически необходимо наличие дефектов дисклинационного типа. Дефекты дисклинационного типа обуславливают большую запасенную упругую энергию в пентагональных частицах, которая сильно зависит от их размера [7].

В [1] теоретически показано, что только при малых размерах (менее 10 нм) икосаэдрическое расположение атомов энергетически более выгодно, чем кристаллическое, например, ГЦК или ГПУ. Однако на практике получают пентагональные частицы размером сотни микрометров [5 – 8]. Этот факт объясняется различными механизмами релаксации.

В данной работе пентагональные объекты, в виде икосаэдрических и декаэдрических малых частиц (ИМЧ и ДМЧ), получали методом электроосаждения металла из водного раствора электролита.

Осаждение меди проводили при низких перенапряжениях (30 – 200 мВ) в потенциостатических условиях по трехэлектродной схеме. В качестве подложки использовали плоскую полированную нержавеющую сталь с напылением нитрида титана, а также микросетку из нержавеющей стали типа 12X18H10. Электродом сравнения служила медная проволока. Электролит использовали

следующего состава: 250 г/л сернокислая медь  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  и 90 г/л серная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Детальное описание методики можно увидеть в [5].

Для получения электроосаждённых микрочастиц и кристаллов серебра использовали электролиты: содержащий 35 г/л азотнокислого серебра  $\text{AgNO}_3$ , 150 г/л сернокислого аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  с величиной pH 7. Электролиз проводили в стандартной электрохимической ячейке по двухэлектродной схеме при напряжении между катодом и анодом 80 – 250 мВ. В качестве подложки использовали плоскую полированную нержавеющую сталь с напылением нитрида титана.

Для управления процессом электроосаждения использовали потенциостат IPC-Pro M, управляемый компьютером с программным обеспечением IPC2000.

Структуру и морфологию исследовали методом сканирующей электронной микроскопии и металлографии. Фазовый и химический состав определяли методами рентгеновской дифракции и локального рентгеноспектрального микроанализа.

Время осаждения позволяет контролировать размер частиц. Например, при перенапряжении на катоде – 160 мВ частицы меди размером около 10 мкм вырастают в течение 10 мин. Анализ морфологии осадка показывает, что преимущественный габитус у частиц наблюдается в форме икосаэдра (рис. 1 а).

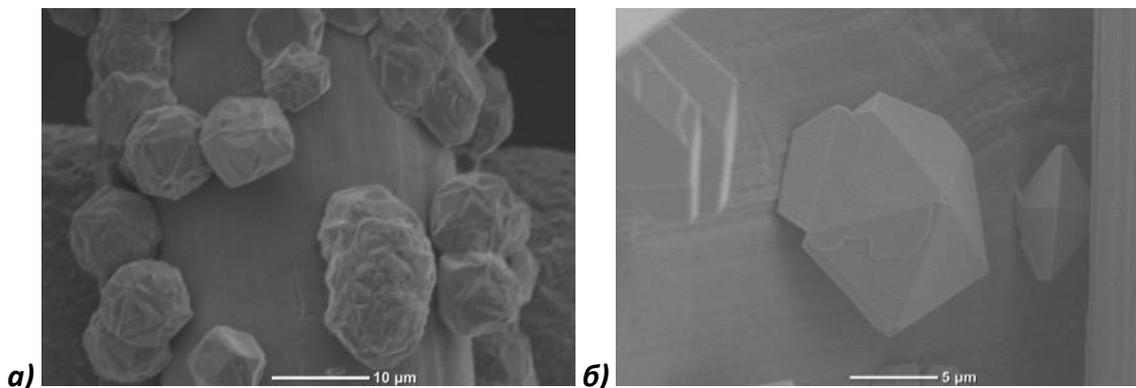


Рис. 1. Пентагональные микрочастицы меди (а) и серебра (б)

При напряжении 110 мВ в процессе электролиза серебра наблюдались образования в виде микрочастиц в форме пентагональных «звезд», идеальных декаэдров и икосаэдров (рис. 1 б).

Таким образом нами показано экспериментально, что пентагональные малые частицы образуются при электролизе в узком интервале перенапряжения.

#### Список используемых источников:

1. Gryaznov V.G., Kaprelov A.M., Heydenreich J., Nepijko S.A., Urban J., Romanov A.E. *Pentagonal symmetry and disclinations in small particles* // *Crystal Research and Technology*. 1999. Vol. 34(9). P. 1091-1119.
2. Wiley B., Sun Y., Xia Y.. *Synthesis of silver nanostructures with controlled shapes and properties* // *Accounts of Chemical Research*. 2007. Vol. 40(10). P. 1067-1076.
3. Von Lasaulx A. *Ueber Zwillingskrystalle von gediegen Kupfer* // *Sitzungsber. Niederrhein. Gesellsch.* 1882. Vol. 39. P. 95-99.
4. Hermann C. *Die Symmetriegruppen der amorphen und mesomorphen Phasen* // *Z. Kristallogr.* 1931. V. 79. P. 186.

5. Викарчук А.А., Грызунова Н.Н., Довженко О.А., Дорогов М.В., Сирота В.В., Цыбускина И.И., Ясников И.С. Новые металлические функциональные материалы, состоящие из пентагональных частиц, кристаллов и трубок. Ч. II. Механизмы образования и особенности строения нитевидных пентагональных кристаллов и трубок // Журнал функциональных материалов. 2008. Т. 2. № 6. С. 213-224.
6. Vikarchuk A.A., Dorogov M.V. Features of the evolution of the structure and morphology of the surface of icosahedral copper particles in the annealing process // Journal of Experimental and Theoretical Physics Letters (JETP Letters). 2013. Т. 97. № 10. С. 594-598.
7. Yasnikov I.S., Dorogov M.V., Tyurkov M.N., Vikarchuk A.A., Romanov A.E. On the habitus modification of silver microcrystals by electrolytic origin // Crystal Research and Technology. 2015. Т. 50. № 4. С. 289-292.
8. Абдугаффарова К.К., Дорогов М.В., Викарчук А.А. Особенности получения малых частиц серебра декаэдрического и икосаэдрического габитуса методом электроосаждения // В сборнике: Современные тенденции в образовании и науке сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 14 частях. 2014. С. 10-12.

---

© 2016, Абдугаффарова К.К., Чиркунова Н.В.,  
Приезжева А.Н., Дорогов М.В.

Получение икосаэдрических и декаэдрических малых  
частиц серебра методом электроосаждения

---

© 2016, Abdugaffarova K.K., Chirkunova N.V.,  
Priezzheva A.N., Dorogov M.V.

Obtaining of silver icosahedral and decahedral small  
particles by electrodeposition

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.359

Поступила (Received): 24.10.2016

**Герасимов С.А.**  
**“Зеленый” фотоэлектрический эффект в жидкости**

**Gerasimov S.A.**  
**“Green” photoelectric effect in liquid**

Эффективность фотоэлектрического приемника, в котором рабочим веществом является жидкость, пока очень мала. Однако выясняется, что внутреннее сопротивление такого источника тока зависит не только от объема жидкости, находящейся в контакте с металлическими электродами, но и от длины волны оптического излучения. Внутреннее сопротивление минимально для излучения, близкого к зеленому

**Ключевые слова:** вода, алюминий, напряжение, электрический ток, оптическое излучение, длина волны

Efficiency of the photoelectric effect in liquid is so far very small. But it is found out that the internal resistance of such a source of the electric current depends on both the volume of the liquid contacting with metal electrodes and the wavelength of optical radiation. The internal resistance is minimal for an external source emitting green light

**Key words:** water, aluminum, voltage, electric current, optical radiation, wavelength

**Герасимов Сергей Анатольевич**

Кандидат физико-математических наук, доцент  
Южный федеральный университет  
г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, 5

**Gerasimov Sergey Anatolievich**

Candidate of Physics and Mathematics Sciences,  
Associate Professor  
Southern federal university  
Rostov-on-Don, Zorge st., 5

Всякий источник электрической энергии характеризуется не только величиной электродвижущей силы (ЭДС), но и значением внутреннего сопротивления. Величина ЭДС может быть очень большой; при большом значении внутреннего сопротивления источник энергии либо перестает быть источником, либо его коэффициент полезного действия не заслуживает внимания. Это же относится и к так называемой солнечной энергетике [1], и к пока достаточно экзотическому проявлению фотоэффекта с участием жидкости [2,3]. Пока нет оснований подозревать, что фотоэлектрический эффект, в котором рабочим веществом является жидкость, а конкретно – дистиллированная вода, не может проявить себя как источник электрической энергии [4,5]. С другой стороны, выяснилось, что в таком варианте фотоэффекта немаловажную роль играет температура [6,7]. Появилось даже предположение, что изменение температуры жидкости является либо вторичным явлением, обусловленным фотоэффектом, либо тепловой нагрев вообще является независимым процессом [7]. Последнее предположение едва ли справедливо всегда, поскольку при тепловом нагреве так называемый темновой ток возрастает [8,9]. В любом случае измерение внутреннего сопротивления пусть пока слабого фотоэлектрического источника

тока представляет собой определенный интерес и не только с практической, экономической или потребительской точки зрения, но и с научной. Знание энергетических характеристик фотоэффекта, чем, к примеру, является внутреннее сопротивление, возможно будет дополнительным шагом в сторону понимания, что же на самом деле происходит с электрическим током в жидкости при облучении ее оптическим излучением. Такое знание может быть получено только экспериментально; расчеты, пусть даже очень строгие и корректные, и, тем более, качественные рассуждения здесь едва ли полезны.

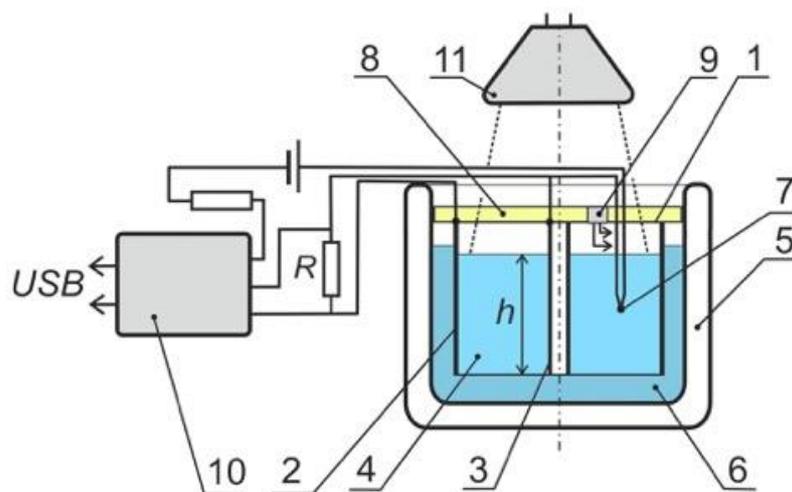
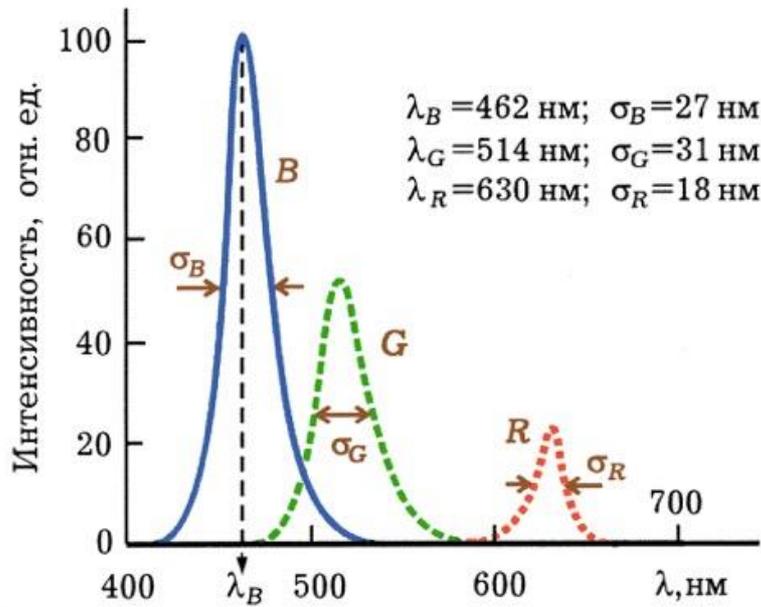


Рис. 1. Экспериментальная установка

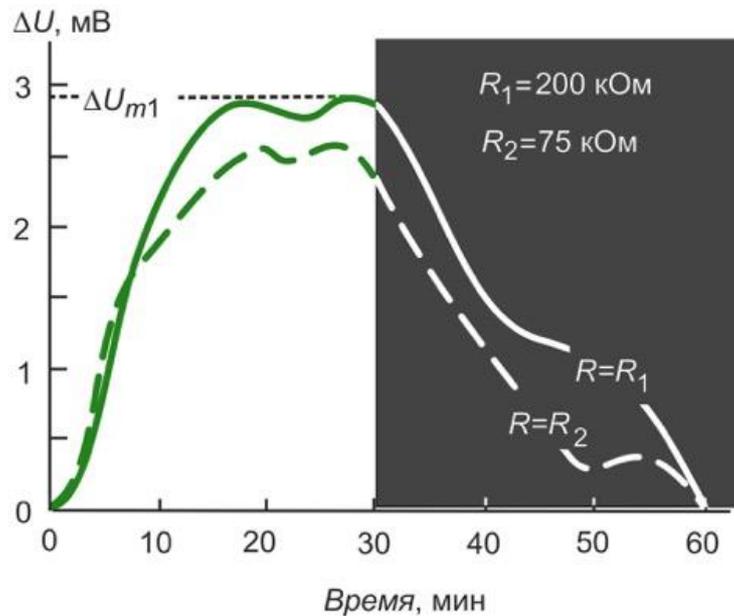
Основной частью экспериментальной установки, использованной в настоящей работе, является кювета 1 диаметром 60 мм и высотой 75 мм, боковая поверхность которой 2 изготовлена из алюминия (рис. 1). Вторым электродом фотоэлектрической ячейки является алюминиевый цилиндр 3 диаметром 10 мм и высотой 75 мм. Кювета с жидкостью 4 находится в термостате 5, заполненном водой 6. Это сделано затем, чтобы максимально теплоизолировать кювету от изменений температуры окружающей среды. В рабочей жидкости 4 находится датчик температуры 7, сверху кюветы закрыта прозрачным окном 8, в котором установлен датчик 9, показания которого однозначно соответствуют освещенности поверхности жидкости. Электрические сигналы (падение напряжения  $U$  на сопротивлении нагрузки  $R$  и сопротивление калиброванного терморезистора) регистрируются двухканальным электронным осциллографом 10. Источником света служила одна из трех ламп: LD.0240.3001 (синий свет), LD.0240.3006 (зеленый свет) или LD.0240.3004 (красный свет). Спектры излучения этих источников света показаны на рис. 2.

Эти спектры измерены с помощью спектрометра USB4000-EL (Ocean Optics, Florida, USA); качество их более, чем достаточно для проведения спектрометрических измерений. Более того, они позволяют наиболее точно оценить освещенность. Дело в том, что большинство приборов, предназначенных для измерения освещенности, являются интегральными.



**Рис. 2. Спектры излучения синего (B), зеленого (G) и красного (R) излучения**

Другими словами, их чувствительность зависит от длины волны  $\lambda$  оптического излучения. Приведенные же на рис. 2 спектры измерены в течение одного времени экспозиции, а значит позволяют отнормировать результаты измерений, скажем на “зеленую” линию.



**Рис. 3. Зависимость падения напряжения на резисторе R от времени в течение и после экспозиции**

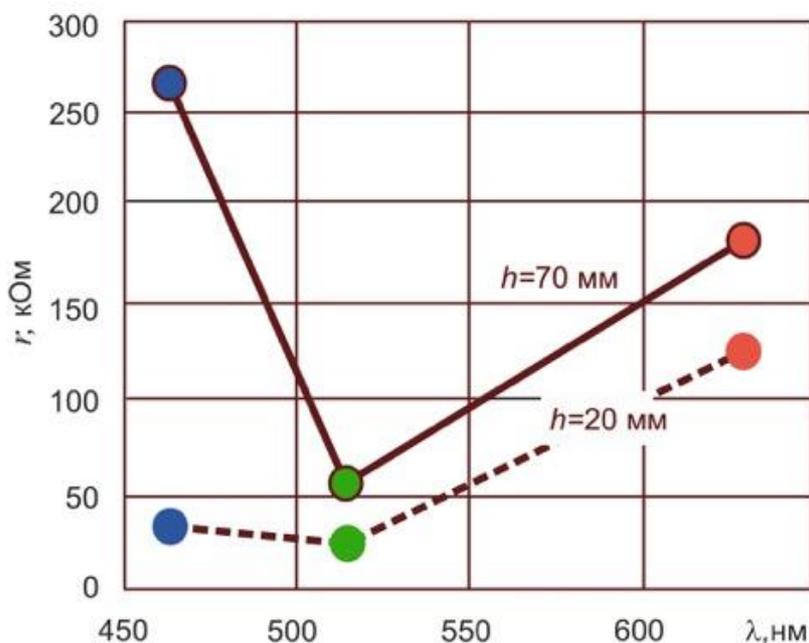
На рис. 3 показана форма сигнала, то есть зависимость изменения падения напряжения  $\Delta U$  от времени. Такие измерения целесообразно проводить многократно и в периодическом режиме. Это дает возможность не только учесть дрейф темнового тока, но и сделать измерения наиболее точными. Под

изменением напряжения  $\Delta U$  понимается разность между падением напряжения в данный конкретный момент и падением напряжения в момент, соответствующий началу оптической экспозиции.

Может показаться, что внутреннее сопротивление фотоэлектрического тока в жидкости достаточно мало. Действительно, приведенный пример демонстрирует, что изменение сопротивления нагрузки от 200 кОм до 75 кОм приводит к изменению напряжения всего лишь процентов на 15. Наверное, это происходит не всегда.

Если  $I_1=U_1/R_1$  – ток, текущий через резистор при его сопротивлении, равном  $R_1$ , а  $I_2=U_2/R_2$  – то же при  $R=R_2$ , то к внутреннему сопротивлению  $r$  можно относиться как

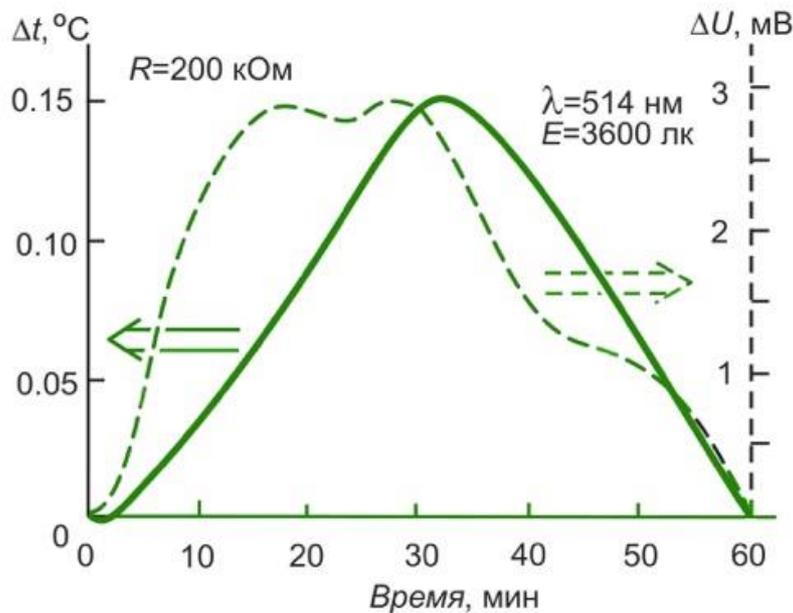
$$r = (U_2 - U_1)/(I_1 - I_2).$$



**Рис. 4. Внутреннее сопротивление при различных длинах волн  $\lambda$  и при различных объемах жидкости**

То, что эта величина должна зависеть от объема жидкости, подвергнутой облучению, – понятно. Понятно также, почему при уменьшении объема жидкости внутреннее сопротивление может уменьшаться. Это, судя по всему, обусловлено нелинейностью зависимости сопротивления от величины тока в цепи. Неожиданным, но очень интересным оказалось то, что внутреннее сопротивление обладает минимумом, положение которого близко к длине волны “зеленого” излучателя (рис. 4). Чуть ли не единственная возможность проинтерпретировать такое поведение внутреннего сопротивления при изменении длины волны, это предположить, что работают как минимум два механизма формирования электрического тока в жидкости. Один из них – чисто фотоэлектрический и имеющий квантовую природу, а второй связан с локальным нагревом. Так или иначе, но такая гипотеза вполне имеет право на существование и имеет подтверждение, правда косвенное [6]. Однако, если эти механизмы работают в

разных областях спектра оптического излучения, то в ряде случаев корреляция между зависимостями падения напряжения (рис. 3) и температуры жидкости от времени не должна быть бесспорной.



**Рис. 5. Пример изменения температуры  $\Delta t$  и падения напряжения  $\Delta U$  в течение одной экспозиции со средней освещенностью поверхности жидкости  $E=3600$  лк**

То, что показано на рис. 5, ставит под сомнение доминирующую роль теплового нагрева в формировании электрического тока в жидкости. Изменение фототока, текущего через резистор, ни в коей мере не повторяет синхронное изменение температуры жидкости. С другой стороны, как отмечалось, для пренебрежения влиянием температуры оснований нет. Отсюда вывод: внутреннее сопротивление жидкости не только может зависеть от длины волны падающего на нее излучения, но и может иметь минимальное значение. Это, в свою очередь, позволяет оптимизировать не только постановку эксперимента, но и удовлетворить требования энергетической составляющей работы.

**Список используемых источников:**

1. Миличко В.А., Шалин А.С., Мухин И.С., Ковров А.Э., Красилин А.А., Виноградов А.В., Белов П.А., Симовский К.Р. Солнечная фотовольтаика: Современное состояние и тенденции развития. // УФН. 2016. Т. 186. № 8. С. 801-852.
2. Гуревич Ю.Я. Внешний фотоэффект. М.: Знание, 1983. 64 с.
3. Арутюнян В.М. Физические свойства границы полупроводник-электролит. // УФН. 1989. Т. 158. № 2. С. 255-291.
4. Герасимов С.А. Фототок в жидкости: метод и попытка экспериментального исследования. // Инженерная физика. 2012. № 4. С. 31-33.
5. Герасимов С.А. Электрический ток в жидкости и фотоэффект. // Квант. 2013. № 4. С. 29-31.
6. Герасимов С.А., Лысенко В.С. О тепловой составляющей фотоэлектрического тока в жидкости. // Вопросы прикладной физики. 2013. Вып. 20. С. 39-41.
7. Герасимов С.А., Лысенко В.С. Температура фотоэлектрического тока в жидкости. // Инновационная наука. 2016. № 6. С. 15-20.

8. Герасимов С.А. *Остаточный темновой фототок в жидкости. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.*
9. Герасимов С.А. *Фон фотоэлектрического тока в жидкости. // Техника и технология. 2012. № 6. С. 10-14.*

---

© 2016, Герасимов С.А.

*“Зеленый” фотоэлектрический эффект в жидкости*

---

© 2016, Gerasimov S.A.

*“Green” photoelectric effect in liquid*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.365

Поступила (Received): 23.10.2016

## Зименков Н.А Формула для прогиба плоской шпренгельной фермы

**Zimenkov N.A.  
The formula for the deflection of flat truss**

Методами компьютерной математики Maple получено компактное аналитическое выражение для прогиба балочной фермы под действием сосредоточенной силы в зависимости от ее размеров и числа панелей. Построены кривые решения. Для получения общей формулы использован метод индукции

**Ключевые слова:** ферма, прогиб, формула Максвелла-Мора, Maple

By the methods of computer mathematics Maple compact analytical expression for the deflection of a girder under the action of concentrated forces depending on its size and number of panels is obtained. The curves of the solution are given. To obtain a General formula we use the method of induction

**Key words:** truss, deflection, Maxwell-Mohr' formula, Maple

**Зименков Николай Андреевич**

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

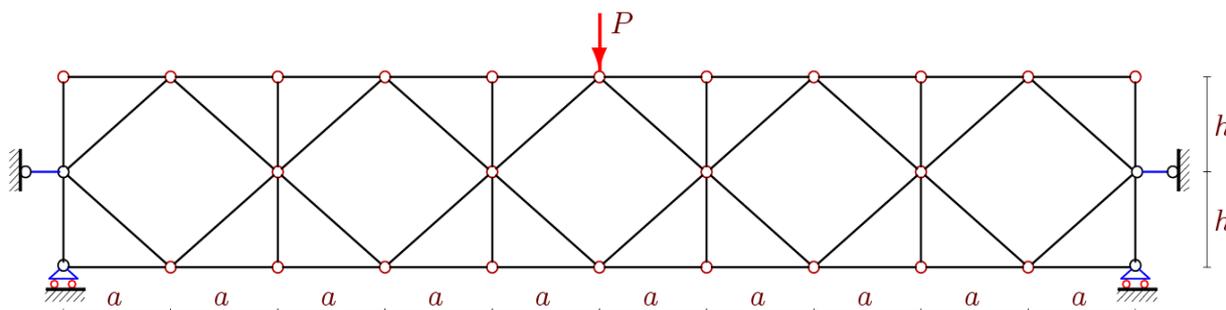
**Zimenkov Nikolay Andreevich**

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Особенностью рассматриваемой фермы (рис. 1) являются ее опоры. В отличие от обычных балочных ферм, их не три, а четыре – два вертикальных стержня и два горизонтальных. Ставится задача получить точную формулу для прогиба среднего узла нижнего пояса под действием сосредоточенной силы, приложенной к середине верхнего пояса в зависимости от числа панелей. Обобщение решения для отдельных ферм с конкретным числом панелей на случай произвольного числа панелей представляет отдельную задачу, решить которую предлагается методом индукции, разработанным в [1–11] для плоских и в [12–17] для пространственных ферм.



**Рис. 1. Ферма при n=5**

Усилия в стержнях определяются в системе компьютерной математики Maple (*Waterloo Maple Inc*), на основе программы [18]. Для вычисления прогиба применяется формула Максвелла – Мора [19,20]:

$$\Delta = \sum_{i=1}^{m-4} S_i^{(P)} S_i^{(1)} l_i / (EF),$$

где  $S_i^{(1)}$  – усилия в стержнях фермы от действия единичной нагрузки,  $S_i^{(P)}$  – от внешней,  $l_i$  – длина стержня  $i$ ,  $EF$  – жесткость,  $m=10n+6$ – число всех стержней конструкции, включая четыре опорные. Приведем фрагмент программы, формирующей матрицу системы уравнений равновесия узлов

```
> for i to m do
> Lxy[1]:=x[N[i][2]]-x[N[i][1]]:
> Lxy[2]:=y[N[i][2]]-y[N[i][1]]:
> L[i]:=subs(a^2+h^2=c^2,sqrt(Lxy[1]^2+Lxy[2]^2));
> for j to 2 do
> jj:=2*N[i][2]-2+j:
> if jj<=m then G[jj,i]:=-Lxy[j]/L[i]:fi;
> jj:=2*N[i][1]-2+j:
> if jj<=m then G[jj,i]:= Lxy[j]/L[i]:fi;
> od;
> od:
```

Пусть ферма содержит нечетное число панелей  $n = 2k - 1$ . Последовательный расчет ферм с 1,2, 3 ... 14 панелями показывает, что формула для прогиба имеет вид

$$EF\Delta = P \frac{[1 + (4/3)k^3 - 2k^2 - (4/3)k - (-1)^k]a^3 + h^3}{2h^2}.$$

График полученной зависимости при  $L = 2(2k - 1)a = 20m$  (рис. 2) оказывается ломаным, что объясняется наличием слагаемых вида  $(-1)^k$ .

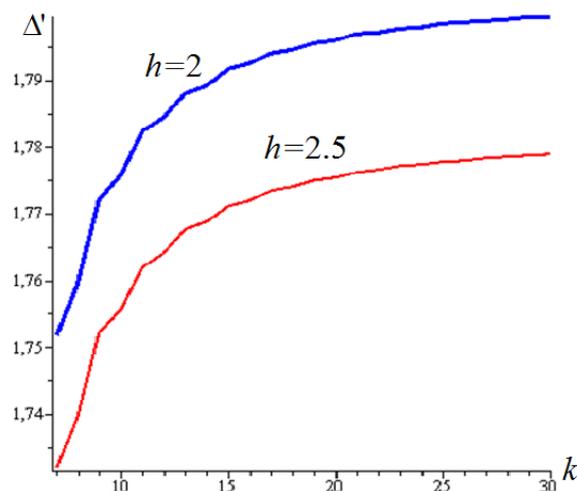


Рис. 2. Зависимость прогиба от числа панелей

Обзоры аналитических решений для плоских ферм даны в работах [21-23].

**Список используемых источников:**

1. Kirsanov M. An inductive method of calculation of the deflection of the truss regular type. *Architecture and Engineering*. 2016. No. 3. Vol. 1. Pp. 14–17.
2. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2016. № 3 (266). С. 16–19.
3. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // *Моделирование и механика конструкций*. 2015. № 2 (2). С. 5.
4. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет многорешетчатой фермы // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2014. № 6 (257). С. 2–6.
5. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. № 5 (57). С. 58–65.
6. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // *Вестник машиностроения*. 2015. № 8. С. 48–51.
7. Kirsanov M.N. Analytical calculation, marginal and comparative analysis of a flat girder // *Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture*. 2016. № 1 (29). С. 84–105.
8. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // *Строительная механика и конструкции*. 2016. Т. 1. № 12. С. 19–24.
9. Кирсанов М.Н. Сравнительный анализ жесткости двух схем арочной фермы // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2015. № 9 (36). С. 44–55.
10. Кирсанов М.Н. Скрытая особенность и асимптотические свойства одной плоской балочной фермы // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2014. № 4 (255). С. 9–13.
11. Кирсанов М.Н. Индуктивный анализ влияния погрешности монтажа на жесткость и прочность плоской фермы // *Инженерно-строительный журнал*. 2012. № 5(31). С. 38–42.
12. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования // *Инженерно-строительный журнал*. 2013. № 5 (40). С. 52–58.
13. Кирсанов М.Н. Статический расчет и анализ пространственной стержневой системы // *Инженерно-строительный журнал*. 2011. № 6. С. 28–34.
14. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет пространственной стержневой регулярной структуры с плоской гранью // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2015. № 2 (259). С. 2–6.
15. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба фермы прямоугольного пространственного покрытия // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. № 1 (53). С. 32–38.
16. Кирсанов М.Н. Напряженное состояние и деформации прямоугольного пространственного стержневого покрытия // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура*. 2016. № 1 (41). С. 93–100.
17. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // *Инженерно-строительный журнал*. 2014. № 5(49). С. 37–43.
18. Кирсанов М. Н. *Maple и MapleT. Решения задач механики*. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
19. Потапов В. Д., Александров А. В., Косицын С. Б., Долотказин Д. Б. *Строительная механика. В 2 книгах. Книга 1. Статика упругих систем М.: Высшая школа, 2007. 511 с.*
20. Белоконь М.А. *Строительная механика. М.: Проспект, 2015. 166 с.*
21. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. 2015. № 6. С. 21–28.
22. Тиньков Д.В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. № 5(57). С. 66–73.
23. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // *Научный вестник*. 2016. № 1 (7). С. 247–254.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.368

Поступила (Received): 02.10.2016

**Ибрагимова Е.Р., Кирсанов М.Н.**  
**Формула для смещения опор двухпролетной**  
**неразрезной фермы, загруженной распределенной**  
**нагрузкой**

**Ibragimova E.R., Kirsanov M.N.**  
**The formula for the displacement of the supports two-span**  
**continuous truss under distributed load**

Методом индукции с применением системы компьютерной математики Maple выведена формула для смещения подвижной опоры плоской балочной статически определимой фермы. Треугольная решетка фермы, загруженной по верхнему поясу, не содержит вертикальных стоек  
**Ключевые слова:** ферма, прогиб, формула Максвелла-Мора, Maple

By the method of induction with application of system of computer mathematics Maple the formula for the displacement of the movable support of statically determinate flat beam truss is obtained. Triangular grid truss that is loaded on the upper zone contains no vertical elements  
**Key words:** truss, deflection, Maxwell-Mohr' formula, Maple

**Ибрагимова Евгения Рустамовна**  
 Студент  
 Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
 г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

**Ibragimova Evgenia Rustamovna**  
 Student  
 National research university "MPEI"  
 Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

**Кирсанов Михаил Николаевич**  
 Доктор физико-математических наук, профессор  
 Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
 г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

**Kirsanov Mikhail Nikolaevich**  
 Doctor of Physico-mathematical Sciences, Professor  
 National research university "MPEI"  
 Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

Фермы балочного типа с промежуточной опорой в середине пролета как правило статически неопределимы. Дополнительная опора дает лишнюю неизвестную. Исключением является ферма с треугольной решеткой перекрестного вида на рисунке 1.

Пусть ферма содержит  $2k-1$  стержней по длине нижнего пояса в половине пролета, число стержней фермы  $m=16k-4$ , а число узлов (шарниров)  $8k+2$ . Указанное соотношение числа шарниров и числа стержней обеспечивает необходимое условие статической определимости конструкции. Без средней опоры (или одной из боковых) ферма является механизмом. Смещение опоры под действием нагрузки можно получить по формуле Максвелла – Мора

$$\Delta = \sum_{i=1}^{m-4} S_i N_i l_i / (EF), \tag{1}$$

где введены обозначения:  $S_i$  – усилия в стержнях фермы от действия внешней нагрузки,  $N_i$  – усилия в стержнях от действия единичной горизонтальной силы, приложенной к левой подвижной опоре,  $l_i$  – длины стержней,  $m$  – число стержней вместе с четырьмя опорными (они не деформируются).

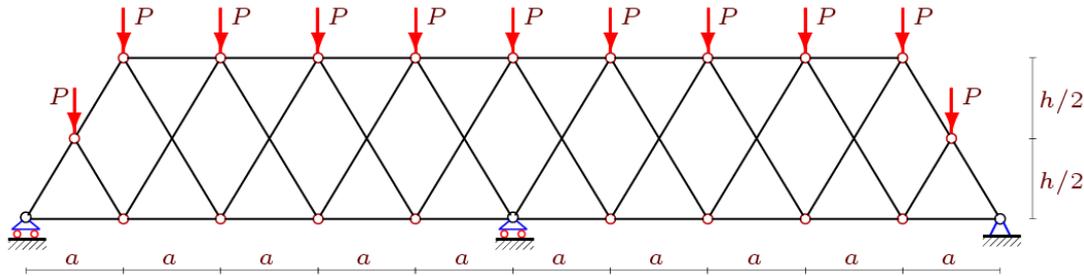


Рис. 1, k=3

Усилия в стержнях фермы найдем в аналитической форме по программе [1], записанной в системе компьютерной математики Maple [1, 2]. Для отыскания зависимости смещения от числа панелей используем метод индукции. Обзор некоторых работ по применению метода индукции в задачах о фермах содержится в [3–5]. Аналогичные расчеты для плоских механизмов проведены в [6], для плоских ферм в [7–13], пространственных – в [14–16].

Приведем фрагмент Maple-программы, задающей элементы матрицы системы уравнений равновесия узлов:

```

> for i to m do
> Lxy[1]:=x[N[i][2]]-x[N[i][1]]:
> Lxy[2]:=y[N[i][2]]-y[N[i][1]]:
> L[i]:=subs(a^2+h^2=c^2,sqrt(Lxy[1]^2+Lxy[2]^2));
> for j to 2 do
> jj:=2*N[i][2]-2+j:
> if jj<=m then G[jj,i]:=-Lxy[j]/L[i]:fi;
> jj:=2*N[i][1]-2+j:
> if jj<=m then G[jj,i]:= Lxy[j]/L[i]:fi;
> od;
> od:
    
```

Оператор подстановки **subs** здесь применен для более компактной записи результатов, в которых помимо длины панели **a** в общем случае фигурирует и длина раскосов  $c = \sqrt{a^2 + h^2}$ . Однако в данной постановке, где под действием единичной горизонтальной силы усилия в раскосах равны нулю, эта величина в решение не входит. Решение принимает вид полинома

$$EF\Delta = 2P((2/3)k^3 - k^2 + (7/3)k - 1)a^2 / h.$$

Заметим, что в данной конструкции фермы найти реакции опор не просто. Составления стандартных уравнений равновесия фермы с опорами, замененными их реакциями не достаточно. Уравнений можно составить только три, в то время как неизвестных четыре. Эта задача решается составлением уравнений равновесия *всех* узлов фермы. В результате индуктивным обобщением решений для ферм с разными числами  $k$  получаем, что вертикальные реакции боковых опор равны  $Pk$ , а средней  $(2k - 1)P$ . График зависимости относительного смещения  $\Delta' = \Delta EF / (PL)$  от числа панелей приведен для разных высот  $h$  (в метрах) на рис. 2 при  $L = ka = 10$  м.

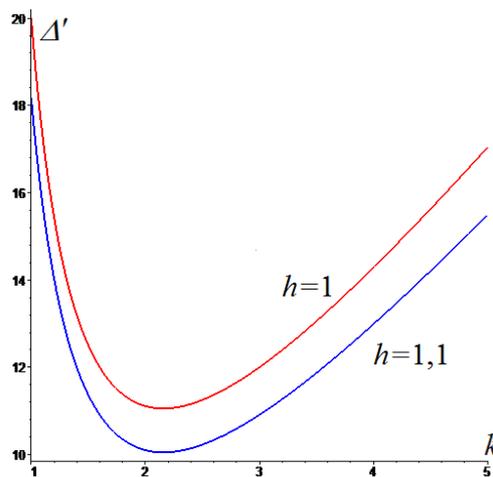


Рис. 2. Смещение опоры

Кривые имеют характерные точки экстремума, дающие возможность оптимизировать ферму, уменьшая сдвиг опоры выбором необходимых размеров.

**Список используемых источников:**

1. Кирсанов М. Н. Maple и MapleT. Решения задач механики. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
2. Кирсанов М.Н., Кузнецова О.С. Алгебра и геометрия. Сборник задач и решений с применением системы Maple : учеб. пособие. М.: Инфра-М. 272 с.
3. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2015. №6. С. 21–28.
4. Тиньков Д.В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2015. №5(57). С. 66–73.
5. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // Научный вестник. 2016. № 1 (7). С. 247–254.
6. Кирсанов М.Н., Цзян Х. Математическая модель и анализ колебаний ножничного механизма с произвольным числом элементов // Человек. Общество. Инклюзия. 2016. № 2-1(26). С. 175–182.
7. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // Строительная механика и конструкции. 2016. №1. С. 19–24.
8. Кирсанов М.Н. Формула для расчета прогиба балочной фермы с произвольным числом панелей // Научный журнал. 2016. № 6 (7). С. 6 – 8.
9. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 3 (266). С. 16-19.
10. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет балочной фермы с решеткой типа "butterfly" // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 4 (267). С. 2–5.
11. Кирсанов М.Н. Оценка прогиба и устойчивости пространственной балочной фермы // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. 5(268). С. 19–22.

12. Кирсанов М.Н. О влиянии наклона подвижной опоры на жесткость балочной фермы // Вестник МГСУ. 2016. № 10. С. 35–44.
13. Kirsanov M. An inductive method of calculation of the deflection of the truss regular type. *Architecture and Engineering*. 2016. No. 3. Vol. 1. Pp. 14–17.
14. Кирсанов М.Н. Аналитическая оценка деформативности мачты// Монтажные и специальные работы в строительстве. 2016. №10(889). С. 7–9.
15. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба фермы пространственного покрытия с крестообразной решеткой// Инженерно-строительный журнал. 2016. 4(64). С. 52–58.
16. Kirsanov M. N. Stress State and Deformation of a Rectangular Spatial Rod Cover// *Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture*. 2016. N 3 (31). Pp. 71–79.

---

© 2016, Ибрагимова Е.Р., Кирсанов М.Н.  
Формула для смещения опор двухпролетной  
неразрезной фермы, нагруженной распределенной  
нагрузкой

---

© 2016, Ibragimova E.R., Kirsanov M.N.  
The formula for the displacement of the supports two-  
span continuous truss under distributed load

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.372

Поступила (Received): 18.10.2016

## Казьмирук И.Ю., Кирсанов М.Н. Адапционный алгоритм выбора оптимального маршрута

Kazmiruk I.Yu., Kirsanov M.N.  
Adaptive algorithm for selecting the optimal route

*В системе символьной математики Maple с использованием известного алгоритма выбора оптимального маршрута проанализировано влияние изменения геометрии среды на решение задачи. Задача сводится к построению графа возможных путей и отбраковки вариантов ребер с пересечением препятствий*

**Ключевые слова:** оптимальный маршрут, алгоритм Дейкстры, Maple, препятствие

**Казьмирук Игорь Юрьевич**

Студент

Национальный исследовательский университет  
«МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

**Кирсанов Михаил Николаевич**

Доктор физико-математических наук, профессор  
Национальный исследовательский университет  
«МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

*In the system of symbol mathematics Maple using a known algorithm for choosing the optimal route analyzed the impact of changes in the geometry of the environment on the solution of the problem. The goal is to build a graph of possible paths and sorting options of edges crossing obstacles*

**Key words:** optimal route, Dijkstra's algorithm, Maple, obstacle

**Kazmiruk Igor Yurievich**

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

**Kirsanov Mikhail Nikolaevich**

Doctor of Physico-mathematical Sciences, Professor  
National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

To solve the problem of choosing the optimal route of a vessel usually involved the various methods of artificial intelligence, discrete mathematics and analysis. In many cases, the task is effectively solved by reduction to the problem of the shortest path in the graph. One of the most common for solving this problem methods is Dijkstra's algorithm [1,2]. This article analyses the influence of changes in environment on the choice of the path and its optimal length. The basis algorithm [3] developed in the computer mathematics system Maple [4]. The task is to find the optimal path among a given set of obstacles (Fig. 1). The initial (No. 8) and final (No. 16) route point are determined. The algorithm consists of two parts. First creates a complete graph of all routes with vertices at the end points of the segments. Then filtered out of the edges crossing the obstacles. Developed a routine in which the segment number  $k$  is represented in parametric form in two equations  $e_{x,k} = x_{k,1}t_1 + (1-t_1)x_{k,2}$ ,  $e_{y,k} = y_{k,1}t_1 + (1-t_1)y_{k,2}$ , where  $x_{k,1}$ ,  $x_{k,2}$ ,  $y_{k,1}$ ,  $y_{k,2}$  the coordinates of

the endpoints of the interval (the vertices of the graph),  $0 < t_1 < 1$  is the parameter. Similarly presented edges of complete graph:  $e_{x,j} = x_{j,1}t_2 + (1-t_2)x_{j,2}$ ,  $e_{y,j} = y_{j,1}t_2 + (1-t_2)y_{j,2}$ , where  $0 < t_2 < 1$ . The conditional operator the routine is implemented, which in the case of the solution of a system of four equations  $e_{k,x} = 0, e_{k,y} = 0, e_{j,x} = 0, e_{j,y} = 0$ , when the conditions are met  $0 < t_1 < 1$  and  $0 < t_2 < 1$  (the segments intersect) excludes the edge from a complete graph. The subscripts in the subroutine  $k$  and  $j$  run through all numbers of line segments and edges of a complete graph. The corresponding fragment program has the form

```

> CrossTest:=proc(i1,i2,j1,j2) local
t1,t2,eq,X1,Y1,discr;
> discr:=(X[j2][1]-X[j1][1])*(X[i1][2]-
X[i2][2])+(X[i1][1]-X[i2][1])*(X[j1][2]-X[j2][2]);
> if discr=0 then 1 else
> eq[1]:=X1=X[i1][1]*t1+(1-t1)*X[i2][1];
> eq[2]:=Y1=X[i1][2]*t1+(1-t1)*X[i2][2];
> eq[3]:=X1=X[j1][1]*t2+(1-t2)*X[j2][1];
> eq[4]:=Y1=X[j1][2]*t2+(1-t2)*X[j2][2];
> solve({seq(eq[i],i=1..4)},{X1,Y1,t1,t2}):
> assign(%):
> if (t1<1) and (t1>0) and (t2<1) and (t2>0)
then 0 else 1; fi;
> fi;
> end proc:
    
```

To the resulting graph we can apply the Dijkstra's algorithm, it is the second part of the algorithm. Figures 2 – 4 shows three variants of optimal routes for different values of the coordinates  $x_6 = \varepsilon$ .

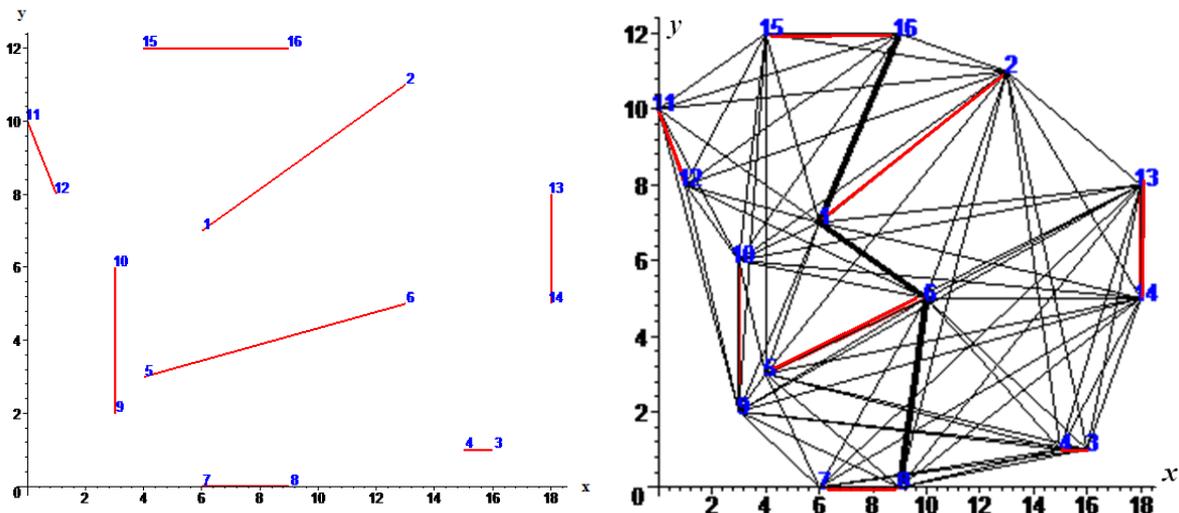


Fig. 1. Obstacles Fig. 2.  $\varepsilon = 10$

Schedule changes the length of the path (Fig. 5) shows that the problem can result in the conditional steady-state mode, wherein changing the position of the vertex has little effect on the quantitative component of the result is reflected only in the configuration of the route.

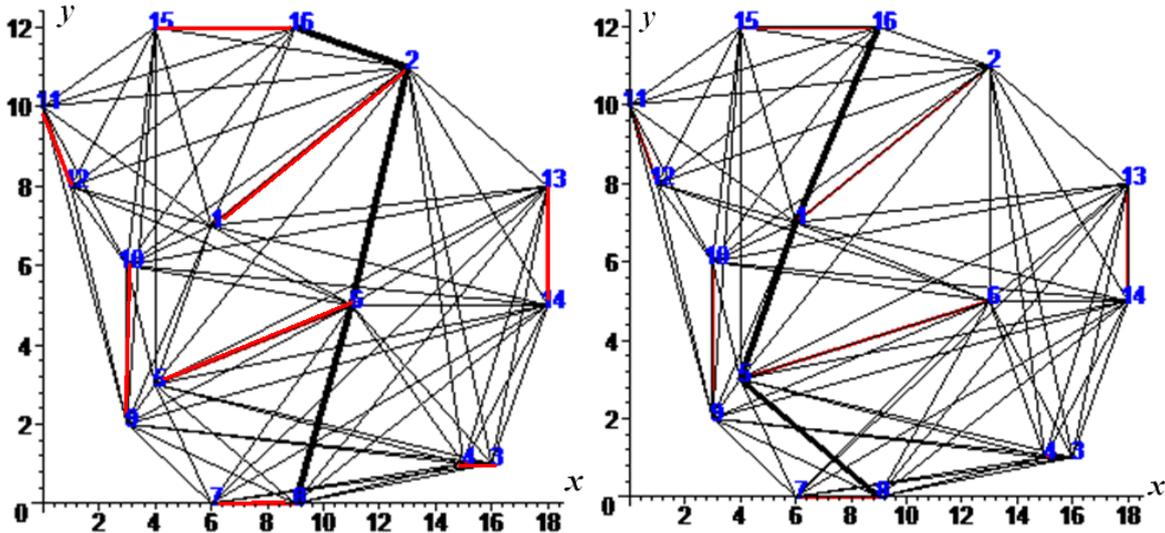


Fig. 3.  $\varepsilon = 11$  Fig. 4.  $\varepsilon = 13$

Dijkstra's algorithm in Maple is implemented in the **GraphTheory** package and is invoked by the operator **DijkstrasAlgorithm(Karta, PointBegin, PointEnd)**, where **Karta** is specified by the vertices and edges of the graph, **PointBegin**, **PointEnd** – the start and end points of the route. Let us build a chart based on the length of the optimal path from the abscissa of the point 6:

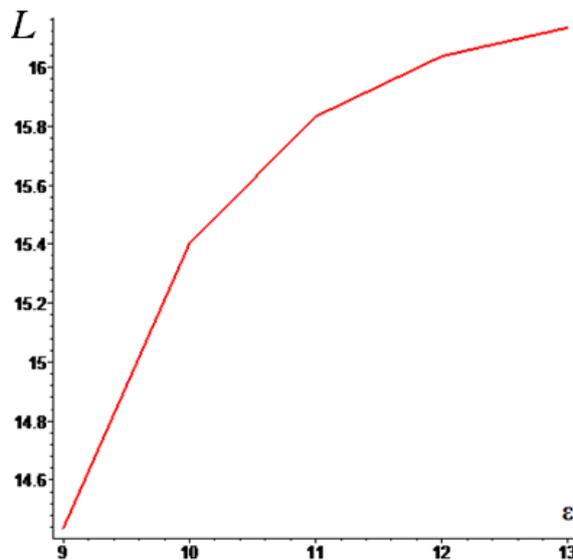


Fig. 5. The dependence of the length of the route from the coordinates of the point  $x_6 = \varepsilon$

To solve the problem of an optimal route are also used neural network approaches [5], ant algorithms and their modifications [6,7]. The more difficult problem

of path selection arise in the analysis of group behavior of agents [8] and in problems with obstacles as polygons [9].

The work is executed at support of RFBR grant No. 16-01-00429.

**Список используемых источников:**

1. Dijkstra E. W. *A note on two problems in connexion with graphs*// *Numerische Mathematik*. Vol. 1. Mathematisch Centrum, Amsterdam, The Netherlands. 1959. Pp. 269-271.
2. Кирсанов М.Н. *Графы в Maple*. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 168 с.
3. Кирсанов М.Н. *Анализ алгоритмов выбора оптимальных маршрутов группы судов* // *Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова*. 2016. № 2 (36). С. 183-190.
4. Кирсанов М. Н. *Maple и MapleT. Решения задач механики*. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
5. Дерябин В.В. *Алгоритмы обучения нейросетевой системы счисления пути судна* // *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова*. 2016. №3(37). С. 23-33.
6. Курейчик В. М., Кажаров А.А. *О некоторых модификациях муравьиного алгоритма* // *Известия Южного федерального университета. Технические науки*. 2008. Т. 81. №. 4. С. 7-12.
7. Kirsanov M.N., Shpionkova E.A. *Simulation of ant algorithm using maple with adding additional parameter*// *Системы компьютерной математики и их приложения*. 2013. № 14. С. 62-64.
8. Dedkov V.A., Kirsanov M.N. *The problem of control for multirobot systems* // *Инновационные информационные технологии*. 2013. № 2. С. 206.
9. Kirsanov A., Anavatti S. G., Ray T. *Path Planning for the Autonomous Underwater Vehicle* // *International Conference on Swarm, Evolutionary, and Memetic Computing*. Springer International Publishing, 2013. Pp. 476-486.

---

© 2016, Казьмирук И.Ю., Кирсанов М.Н.  
Адапционный алгоритм выбора оптимального маршрута

---

© 2016, Kazmiruk I.Yu., Kirsanov M.N.  
Adaptive algorithm for selecting the optimal route

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.376

Поступила (Received): 30.10.2016

**Козлов В.А., Спевакова Н.Ю.****Теоретические аспекты введения понятия производной показательной функции в школьном курсе математики****Kozlov V.A., Spevakov N.Yu.****Theory of derivative introduction of the concept of exponential functions in school mathematics**

*Присутствие в школьной программе изучения математики начальных понятий математического анализа и, в частности, дифференциального исчисления, порождает множество теоретических и методических проблем, связанных с необходимостью «элементарного», наглядного введения фундаментальных понятий математического анализа. Эти проблемы подверглась за последние десятилетия всестороннему анализу в большом числе печатных работ, статей, брошюр и разработок. Мы рассматриваем отдельные положения, относящиеся к вопросам преподавания понятия предела и производных элементарных функции*

**Ключевые слова:** математический анализ, дифференциальное исчисление, производная, функция

**Козлов Владимир Анатольевич**

Кандидат физико-математических наук, доцент  
Армавирский государственный педагогический университет  
г. Армавир, ул. Розы Люксембург, 159

**Спевакова Наталья Юрьевна**

Старший преподаватель  
Армавирский государственный педагогический университет  
г. Армавир, ул. Розы Люксембург, 159

*The presence in the school curriculum of mathematics studying the initial concepts of mathematical analysis and in particular, the differential calculus, generates a set of theoretical and methodological problems associated with the need to "elementary", a visual introduction of basic concepts of mathematical analysis. These problems have been over the past decade, a comprehensive analysis of a large number of publications, articles, brochures and development. We consider certain provisions relating to the teaching of the concept of limit and derivative issues of elementary functions*

**Key words:** mathematical analysis, differential calculus, the derivative of the function

**Kozlov Vladimir Anatolyevich**

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,  
Associate Professor  
Armavir state pedagogical university  
Armavir, Rosa Luxemburg st., 159

**Spevakova Natalia Yrievna**

Senior Lecturer  
Armavir state pedagogical university  
Armavir, Rosa Luxemburg st., 159

Присутствие в школьной программе изучения математики начальных понятий математического анализа и, в частности, дифференциального исчисления, порождает множество теоретических и методических проблем, связанных с необходимостью «элементарного», наглядного введения фундаментальных

понятий математического анализа. Эти проблемы подверглась за последние десятилетия всестороннему анализу в большом числе печатных работ, статей, брошюр и разработок. Каждый автор школьного учебника в разделе начал математического анализа предлагает свое решение этих проблем, что делает весьма важным для будущего учителя математики глубокое понимание теоретических основ проблемы. Остановимся на отдельных положениях, относящиеся к вопросам преподавания понятия предела и производных элементарных функции.

Вывод производной показательной функции невозможен без обращения к понятию числа  $e$  и показательной функции  $e^x$ , введение числа  $e$  должно способствовать выводу производной показательной функции.

Вместо того чтобы принять без доказательства существование предела  $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{a^{\Delta x} - 1}{\Delta x}$ , можно принять без доказательства существование классического второго замечательного предела  $\lim_{\alpha \rightarrow 0} (1 + \alpha)^{1/\alpha} = e$ , через  $e$  обозначается этот предел. Факт существования этого предела можно подкрепить простыми соображениями. Именно будем придавать бесконечно малому переменному  $\alpha$  значения  $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5} \dots$  и следить за изменениями значений  $(1 + \alpha)^{1/\alpha}$ .

Эти изменения для наглядности полезно представить в таблице и рассматривая её, можно выдвинуть гипотезу, что  $(1 + \alpha)^{1/\alpha}$  возрастает, когда  $\alpha$  стремится к нулю, оставаясь положительным. Аналогичная таблица наводит на мысль, что  $(1 + \alpha)^{1/\alpha}$  убывает, когда  $\alpha$  стремится к нулю, принимая отрицательные значения. Если взять еще в первой таблице  $\alpha = \frac{1}{10}$  и во второй  $\alpha = -\frac{1}{11}$ , то подсчет покажет, что соответствующие значения  $(1 + \alpha)^{1/\alpha}$  будут 2,60 и 2,68. Теперь уже без натяжки можно постулировать, что существуют пределы  $(1 + \alpha)^{1/\alpha}$  при  $\alpha \rightarrow 0 +$  и при  $\alpha \rightarrow 0 -$  и что они равны:

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0^+} (1 + \alpha)^{1/\alpha} = \lim_{\alpha \rightarrow 0^-} (1 + \alpha)^{1/\alpha}.$$

Общее значение этих пределов – число  $e$ , по прикидкам, заключено между 2,60 и 2,86. Введя второй замечательный предел, можно вывести производную показательной функции следующим образом. Обозначим  $a^{\Delta x} - 1$  через  $\alpha$ , так что при  $\Delta x$ , стремящихся к 0, и  $\alpha$  стремится к 0. Тогда

$$a^{\Delta x} - 1 = \alpha, \Delta x = \log_a(1 + \alpha),$$

$$\frac{a^{\Delta x} - 1}{\Delta x} = \frac{\alpha}{\log_a(1 + \alpha)} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha} \log_a(1 + \alpha)} = \frac{1}{\log_a[(1 + \alpha)^{1/\alpha}]},$$

$$\text{Поэтому } \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{a^{\Delta x} - 1}{\Delta x} = \lim_{\alpha \rightarrow 0} \frac{1}{\log_a[(1 + \alpha)^{1/\alpha}]} = \frac{1}{\lim_{\alpha \rightarrow 0} \log_a[(1 + \alpha)^{1/\alpha}]}.$$

Теперь, воспользовавшись непрерывностью логарифмической функции получим

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{a^{\Delta x} - 1}{\Delta x} = \frac{1}{\log_a e} = \ln a,$$

и тем самым установлено, что  $c(a) = \ln a$ .

Само доказательство существования предела  $(1 + \alpha)^{1/\alpha}$  при  $\alpha$ , стремящемся к нулю, справа и слева можно рекомендовать провести на занятиях по

математике, проводимых в той или иной форме для заинтересованных учащихся. Предполагаемое доказательство обладает также известной математической ясностью, выражающейся в экономии средств.

Положим,  $a = \frac{1}{n}$  и с помощью элементарных преобразований можно показать, что

$$\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n < \left(1 + \frac{1}{n+1}\right)^{n+1},$$

т.е. подтвердить гипотезу, подсказываемую этой таблицей.

Нужно доказать, что это отношение для всех  $n = 1, 2, 3, \dots$  больше 1. Здесь нужно включить одно вспомогательное предложение – неравенство Бернулли. Используя метод математической индукции докажем лемму, утверждающую:

*Если  $u > -1$  и  $n = 1, 2, 3, \dots$ , то  $(1 + u)^n \geq 1 + nu$ .*

Используя этот результат можно показать, что действительно

$$\left(1 + \frac{1}{n+1}\right)^{n+1} > \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$$

для  $n = 1, 2, 3 \dots$

Аналогичные рассуждения приводят к выводу, что величина  $(1 + \alpha)^{1/\alpha}$  убывает. Пусть  $m = -n, m = 2, 3, \dots$ , что влечет за собой преобразование

$$\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = \left(1 - \frac{1}{m}\right)^m = \left(\frac{m}{m-1}\right)^m.$$

Нужно показать, что последовательность  $\left(\frac{m}{m-1}\right)^m$  – убывающая.

Итак, приходим к выводу, что последовательность  $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$  возрастает, а последовательность  $\left(1 - \frac{1}{n}\right)^{-n}$  убывает. Теперь достаточно показать, что для каждого  $n \geq 2$  член второй последовательности больше соответствующего члена первой последовательности, т. е.

$$\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n < \left(1 - \frac{1}{n}\right)^{-n}.$$

Все эти результаты полезно показать на рисунке.

Далее в рассуждении выполним два шага. Первый – интуитивно очевидный, но аксиоматически весьма глубокий – состоит в том, что нижняя последовательность  $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$ , возрастая и оставаясь ограниченной сверху (например,  $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n < 4$ ), должна стремиться к пределу и что верхняя последовательность  $\left(1 - \frac{1}{n}\right)^{-n}$ , убывая и оставаясь ограниченной снизу (например,  $\left(1 - \frac{1}{n}\right)^{-n} > 2$ ), тоже должна стремиться к пределу. Второй состоит в том, чтобы доказать совпадение пределов нижней и верхней последовательностей. А для этого достаточно показать, что разность

$$\left(1 - \frac{1}{n}\right)^{-n} - \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$$

стремится к нулю (при  $n \rightarrow \infty$ ). Выполнение этих рассуждений вполне доступно заинтересованному старшекласснику.

На школьном уровне нет необходимости подчеркивать всю широту вводимых определений и делать акцент на могущих возникнуть особенных случаях. Вместе с тем, те определения, которые необходимо дать, должны быть сформулированы четко и правильно, а их использование в рамках школьного материала должно быть отнесено к наиболее простым, разумным с точки зрения непосредственных приложений, случаям. Это продемонстрировано на примере понятия одностороннего предела.

---

© 2016, Козлов В.А., Спевакова Н.Ю.  
*Теоретические аспекты введения понятия  
производной показательной функции в школьном  
курсе математики*

---

© 2016, Kozlov V.A., Spevakov N.Yu.  
*Theory of derivative introduction of the concept of  
exponential functions in school mathematics*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.380

Поступила (Received): 23.10.2016

**Крамченков Н.Е.****Анализ горизонтального смещения подвижной опоры балочной фермы под действием равномерной нагрузки****Kramchenkov N.E.****Analysis of horizontal displacement of the movable support girder, under the action of a uniform load**

Дан вывод и анализ формулы для горизонтального смещения подвижной опоры балочной фермы с параллельными поясами, треугольной решеткой и произвольным числом панелей. Использован интеграл Максвелла – Мора, метод индукции и операторы пакета компьютерной математики Maple 15

**Ключевые слова:** ферма, прогиб, формула Максвелла-Мора, Maple

The derivation and analysis of formulas for the horizontal displacement of the movable support girder-beams with parallel belts, a triangular lattice and an arbitrary number of panels is obtained. The integrals of Maxwell – Mohr, method of induction and the operators of the computer mathematics package Maple 15 are used

**Key words:** truss, deflection, Maxwell-Mohr' formula, Maple

**Крамченков Николай Евгеньевич**

Студент

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

**Kramchenkov Nikolay Evgenyevich**

Student

National research university "MPEI"

Moscow, Krasnokazarmennaya st., 14

В балочной ферме с треугольной решеткой и параллельными поясами (рис. 1) при равномерном нагружении узлов верхнего пояса возникает горизонтальное смещение подвижной опоры. Под действием нагрузки ферма прогибается, а подвижная опора начинает смещаться в горизонтальном направлении. Эта величина может быть существенной при эксплуатации конструкции. Зависимость смещения от числа панелей, нагрузки и размеров фермы необходима для правильного выбора параметров проектируемой фермы. Ранее аналогичные зависимости были получены методом индукции в [1–11] для плоских и в [12–17] для пространственных ферм.

Усилия в стержнях определяются в системе компьютерной математики Maple, на основе программного кода [18]. Для вычисления прогиба применяется формула Максвелла – Мора [19]:

$$\Delta = \sum_{i=1}^{m-3} S_i^{(P)} S_i^{(1)} l_i / (EF),$$

где  $S_i^{(1)}$  – усилия в стержнях фермы от действия единичной горизонтальной нагрузки, приложенной к опоре,  $S_i^{(P)}$  – от внешней распределенной

нагрузки,  $l_i$  – длина стержня  $i$ ,  $EF$  – жесткость (одинаковая для всех стержней),  $m=8n+2$  – число всех стержней конструкции, включая три опорные (26 стержней в ферме на рисунке 1).

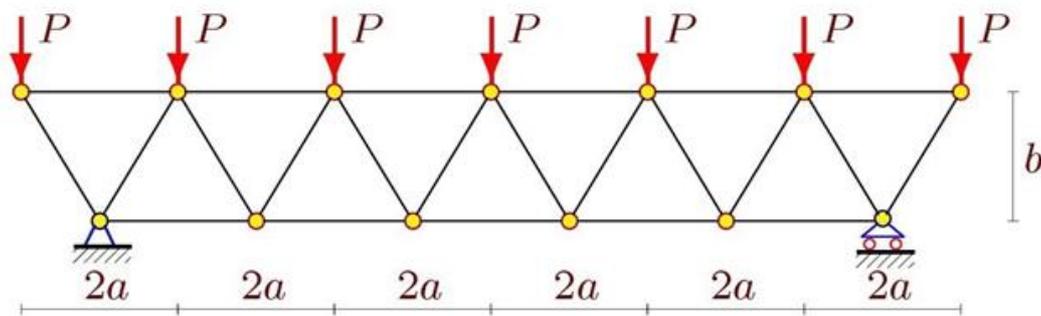


Рис. 1. Ферма при  $n=3$

В результате обобщения последовательности решений десяти ферм с использованием оператора `rsolve` системы Maple для решения рекуррентных уравнений выводится формула:  $EF\Delta = P(1 - 4n^2 - 2n/3 + 8n^3/3)a^2 / b$ .

Зависимость прогиба, отнесенного к  $EF/(PL)$ , от числа панелей при  $L=an=100\text{м}$  дана на рисунке 2.

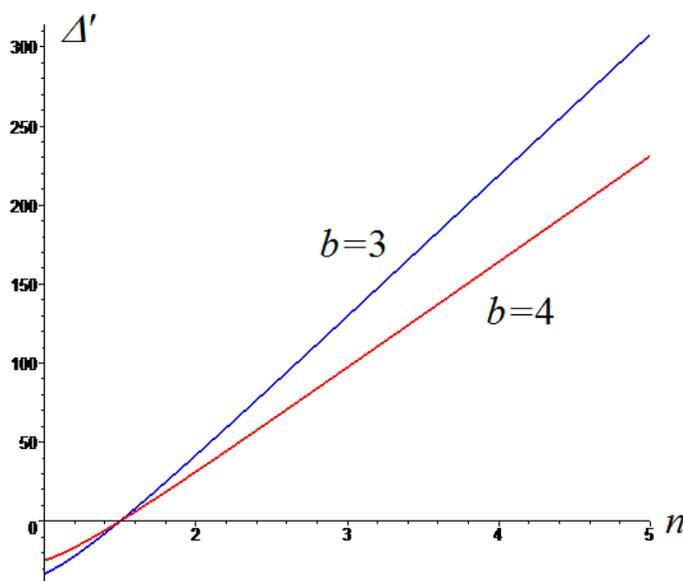


Рис. 2. Зависимость смещения от числа панелей

Фермы с меньшей высотой получают большее смещение, зависимость от числа панелей практически линейная. Обзоры некоторых аналитических решений для плоских ферм даны в работах [20-22].

**Список используемых источников:**

1. Kirsanov M. An inductive method of calculation of the deflection of the truss regular type. Architecture and Engineering. 2016. No. 3. Vol. 1. Pp. 14–17.

2. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет регулярной балочной фермы с произвольным числом панелей со сложной решеткой // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2016. № 3 (266). С. 16–19.
3. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет решетчатой фермы // *Моделирование и механика конструкций*. 2015. № 2 (2). С. 5.
4. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет многорешетчатой фермы // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2014. № 6 (257). С. 2–6.
5. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба решетчатой балочной фермы распорного типа // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. № 5 (57). С. 58–65.
6. Кирсанов М.Н. Расчет жесткости стержневой решетки // *Вестник машиностроения*. 2015. № 8. С. 48–51.
7. Kirsanov M.N. Analytical calculation, marginal and comparative analysis of a flat girder // *Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture*. 2016. № 1 (29). С. 84–105.
8. Кирсанов М.Н. Формулы для расчета плоской балочной фермы с произвольным числом панелей // *Строительная механика и конструкции*. 2016. Т. 1. № 12. С. 19–24.
9. Кирсанов М.Н. Сравнительный анализ жесткости двух схем арочной фермы // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2015. № 9 (36). С. 44–55.
10. Кирсанов М.Н. Скрытая особенность и асимптотические свойства одной плоской балочной фермы // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2014. № 4 (255). С. 9–13.
11. Кирсанов М.Н. Индуктивный анализ влияния погрешности монтажа на жесткость и прочность плоской фермы // *Инженерно-строительный журнал*. 2012. № 5(31). С. 38–42.
12. Кирсанов М.Н., Андреевская Т.М. Анализ влияния упругих деформаций мачты на позиционирование антенного и радиолокационного оборудования // *Инженерно-строительный журнал*. 2013. № 5 (40). С. 52–58.
13. Кирсанов М.Н. Статический расчет и анализ пространственной стержневой системы // *Инженерно-строительный журнал*. 2011. № 6. С. 28–34.
14. Кирсанов М.Н. Аналитический расчет пространственной стержневой регулярной структуры с плоской гранью // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2015. № 2 (259). С. 2–6.
15. Кирсанов М.Н. Анализ прогиба фермы прямоугольного пространственного покрытия // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. № 1 (53). С. 32–38.
16. Кирсанов М.Н. Напряженное состояние и деформации прямоугольного пространственного стержневого покрытия // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура*. 2016. № 1 (41). С. 93–100.
17. Кирсанов М.Н. Изгиб, кручение и асимптотический анализ пространственной стержневой консоли // *Инженерно-строительный журнал*. 2014. №5(49). С. 37–43.
18. Кирсанов М. Н. *Marple and Marplet. Решения задач механики*. СПб.: Изд-во Лань, 2012. 512 с.
19. Потапов В. Д., Александров А. В., Косицын С. Б., Долотказин Д. Б. *Строительная механика*. В 2 книгах. Книга 1. Статика упругих систем М.: Высшая школа, 2007. 511 с.
20. Кийко Л.К. Аналитическая оценка прогиба арочной фермы под действием ветровой нагрузки // *Научный вестник*. 2016. № 1 (7). С. 247–254.
21. Тиньков Д.В. Анализ точных решений прогиба регулярных шарнирно-стержневых конструкций // *Строительная механика инженерных конструкций и сооружений*. 2015. №6. С. 21–28.
22. Тиньков Д.В. Сравнительный анализ аналитических решений задачи о прогибе ферменных конструкций // *Инженерно-строительный журнал*. 2015. №5(57). С. 66–73.

© 2016, Крамченков Н.Е.

Анализ горизонтального смещения подвижной опоры балочной фермы под действием равномерной нагрузки

© 2016, Kramchenkov N.E.

Analysis of horizontal displacement of the movable support girder, under the action of a uniform load

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.383

Поступила (Received): 01.10.2016

**Куцепалова Е.С.  
Изометрии гиперболической плоскости и  
их геометрии**

**Kutsepalova E.S.  
Isometry of the hyperbolic plane and geometry**

*Мы рассмотрели теорию с разных сторон: движения и связи между гиперболическими фигурами и их конструкциями с использованием евклидовых инструментов, отражения и фуксовы группы, симметрии в гиперболических треугольных группах. Для изучения некоторых аспектов этих теорий мы прибегнули к изучению как российских и советских, так и международных иностранных статей, монографий и отдельных пособий*

**Ключевые слова:** *изометрии, группы, симметрии, треугольные группы, гиперболическая плоскость*

**Куцепалова Екатерина Сергеевна**  
Студентка

Кубанский государственный университет  
г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

*We have considered the theory from all sides: movement and connection between the hyperbolic shapes and their constructions using Euclidean tools, reflection and Fuchsian groups, hyperbolic symmetry in triangular groups. To explore some aspects of these theories we applied to the study of Russian and Soviet and to international foreign articles, monographs and individual benefits*

**Key words:** *isometry, group, symmetry, triangle group, a hyperbolic plane*

**Kutsepalova Ekaterina Sergeevna**  
Student

Kuban state university  
Krasnodar, Stavropolskay st., 149

В работе рассматривается широкий класс групп, заданных образующими и соотношениями, так называемые треугольные группы.

Интерес к ним обусловлен прежде всего, что они играют большую роль в геометриях:

Евклидовой, сферической, и особенно, гиперболической, в теории автоморфных функций, в топологии многообразий и т.д.

Эти группы возникают как группы, порожденные отражениями (симметриями) относительно сторон треугольника с заданными углами, построенными в соответствующих геометриях. Поскольку на плоскости и сфере не так много таких групп, то основным поставщиком этих групп является гиперболическая плоскость.

Поэтому, первым этапом в работе была разработка и реализация алгоритма построения гиперболических треугольников с заданными углами.

Вторым этапом – разработка и реализация алгоритма построения симметрий относительно сторон построенного треугольника. Причем все это реализовано на модели гиперболической плоскости в единичном круге.

Третьим этапом в работе была геометрическая реализация слов в групповом алфавите, отношение эквивалентности, сокращения, тождества.

На основе рассмотренных данных мы попробовали создать модель движений и симметрий гиперболического треугольника с помощью написания программы в Wolfram Mathematica 10.0. Эта программа с заданным изначально треугольником в гиперболической плоскости строит свои отображения (движения), получая диэдры и многоугольники, которые образуют подгруппы и их дополнения треугольных групп относительно сторон.

Рассмотрим на плоскости Лобачевского [2, стр.84] треугольник  $S$  с углами  $\pi/2, \pi/8, \pi/8$ , и через  $T$  обозначим группу, порожденную отражениями  $r_1, r_2, r_3$  относительно сторон этого треугольника.

С помощью небольшого алгоритма задаем координаты гиперболического треугольника.

Рисуем треугольник, используя образ и прообраз, задавая углы гиперболического треугольника, это является выходом

В гиперболической плоскости дуги- прямые, перпендикулярные радиусом. Попробуем графически показать, что симметрия не сохраняет ориентацию. Выведем треугольник с углами  $\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{7}$  и другой треугольник с углами  $\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{8}, \frac{\pi}{8}$  [1, стр.149].

Симметрично отобразив каждую из сторон, мы имеем фигуры такого вида.

Вычисляем гиперболические симметрии относительно прямой

Задаем функции, с помощью которых происходит движение гиперболического треугольника. Эти отражения, порождают подгруппу диэдров  $D_7$  и  $D_8$ , в зависимости от угла, оставляющую точку центра на месте. Треугольники, полученные из треугольника  $S$  с помощью движений из группы диэдра, заполняют правильный восьмиугольник (семиугольник) – показано на рисунке 1а и рисунке 1б

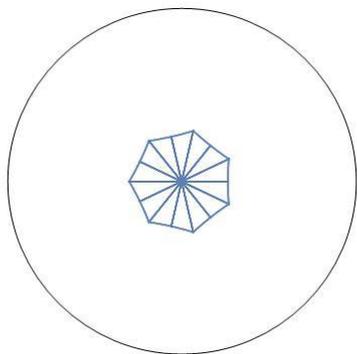


Рис. 1а. Диэдр  $D_7$

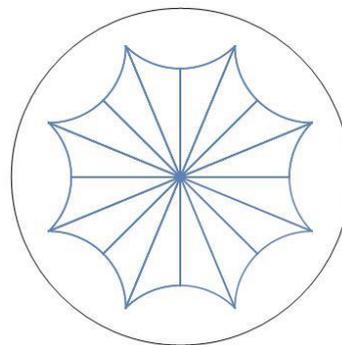
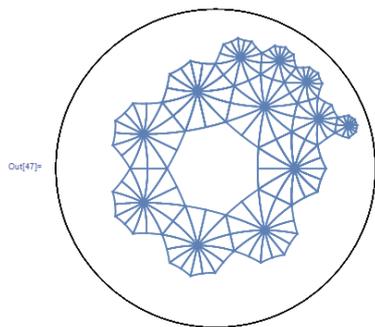
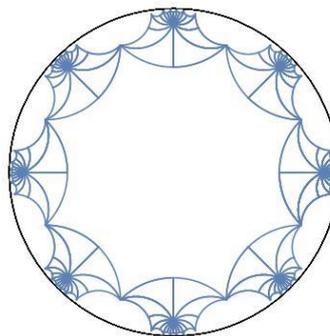


Рис. 1б. Диэдр  $D_8$

Строим дополнения гиперболического треугольника и его симметрии относительно других сторон – рисунок 2а и рисунок 2б



**Рис. 2а. Симметрии от дополнений**



**Рис. 2б. Симметрии от дополнений**

Подгруппы и их дополнения относительно сторон, построенные путем отображения одной из сторон гиперболического треугольника. Аналогично определяются другие движения группы.

**Список используемых источников:**

1. Магнус В., Каррас А., Солитэр Д. Комбинаторная теория групп // Наука. 1984. С. 130-185.
2. Ольшанский А.Ю. Геометрия определяющих соотношений в группах // Наука. 1989. С. 39-102.

© 2016, Куцепалова Е.С.  
Изометрии гиперболической плоскости и их геометрии

© 2016, Kutsepalova E.S.  
Isometry of the hyperbolic plane and geometry

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.386

Поступила (Received): 02.10.2016

## Марченко Л.С., Петкина Е.Д., Колмакова А.А. Уточнение понятия объектного стиля мышления

### Marchenko L.S., Petkina E.D., Kolmakova A.A. Clarifying the concept of the object style of thinking

Успешность обучения ООП зависит от уровня сформированности объектного мышления, если студент имеет достаточный уровень объектного мышления, то он будет успешен при обучении ООП, если не достаточный, то ему необходимы специальные средства обучения, направленные на развитие объектного мышления

**Ключевые слова:** объектное мышление, мышление, объектно-ориентированное программирование, развитие

**Марченко Любовь Сергеевна**

Магистрант

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева  
г. Красноярск, ул. Перенсона, 7

**Петкина Екатерина Дмитриевна**

Магистрант

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева  
г. Красноярск, ул. Перенсона, 7

**Колмакова Александра Анатольевна**

Магистрант

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева  
г. Красноярск, ул. Перенсона, 7

The success of the PLO training depends on the level of formation of the object of thinking, if the student has a sufficient level of the object of thinking, it will be successful at learning OOP, if not enough, he needs special training funds aimed at the development of the object of thought

**Key words:** object thinking, thinking, object-oriented programming and development

**Marchenko Lubov Sergeevna**

Master

Krasnoyarsk state pedagogical university named V.P. Astafiev  
Krasnoyarsk, Perenson st., 7

**Petkina Ekaterina Dmitriyevna**

Master

Krasnoyarsk state pedagogical university named V.P. Astafiev  
Krasnoyarsk, Perenson st., 7

**Kolmakova Aleksandra Anatolievna**

Master

Krasnoyarsk state pedagogical university named V.P. Astafiev  
Krasnoyarsk, Perenson st., 7

На современном этапе развития информатики для успешного взаимодействия с компьютером необходим стиль мышления, который можно назвать объектным. Объект предполагает умение разделить сложную систему на объекты и выстроить их иерархию, т.е. произвести объектную декомпозицию системы, а затем описать поведение этих объектов. Основной операцией при таком стиле является структурная модель, разложение объектов. Всевозможные классификации по различным логическим основаниям и логические методы формирования понятий составляют значительную часть методов, используемых при таком

стиле мышления. При описании событий используется алгоритмическая декомпозиция системы и необходим алгоритмический стиль мышления.

Компонентами объектного стиля мышления являются:

1. Анализ предметной области задачи и выделение объектов (реальных и абстрактных), построение их иерархии.
2. Выделение основных событий.
3. Реализация процессов обработки событий.
4. Анализ поведения системы и коррекция объектной модели и алгоритмов обработки событий в случае несовпадения полученного результата с предполагаемым [2].

К специфическим свойствам объектного стиля мышления относятся:

- высокий уровень абстрактности, который заключается в выделении существенных характеристик объекта и абстрагировании от его свойств, несущественных для решения конкретной задачи;
- осознанная закреплённость в языковых формах, предполагающая отражение построенной объектной модели задачи на некотором формализованном языке;
- целостность восприятия сложной системы, представление ее в виде совокупности взаимодействующих объектов.

Объектный стиль мышления предполагает способность студента к умению в реально существующем объекте определить свойства этого объекта (данные) и выделить методы (алгоритм их обработки). Определить класс объекта.

Структурная модель объектного стиля мышления представлена на рис. 1 [1].

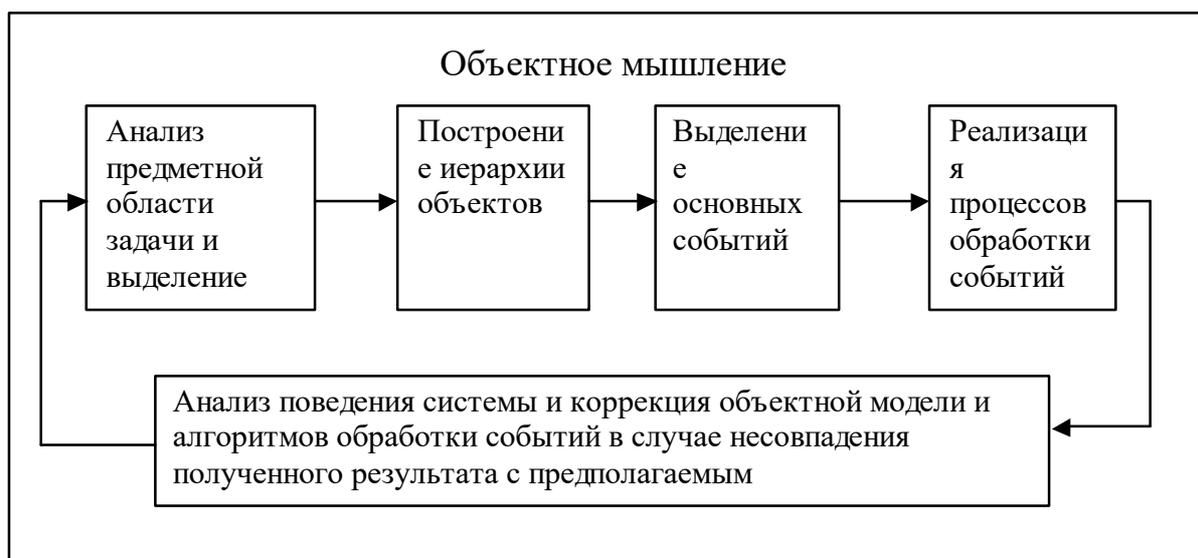


Рис. 1. Структурная модель объектного стиля мышления

Следовательно, уточнив понятие объектного стиля мышления на основе ментального подхода, мы можем целенаправленно формировать его в процессе обучения ООП, без чего это обучение не будет являться эффективным.

**Список используемых источников:**

1. Марченко Л.С. Уточнение понятий «объектное мышление» на основе информационного // Информация и образование: границы коммуникаций. Горно-Алтайск. 2015.
2. Нигматулина Э., Пак Н.И., Сокольская М.А., Степанова Т.А. Программирование. Т. 1. М.: Академия, 2013.

---

© 2016, Марченко Л.С., Петкина Е.Д.,  
Колмакова А.А.  
Уточнение понятия объектного стиля  
мышления

---

© 2016, Marchenko L.S., Petkina E.D.,  
Kolmakova A.A.  
Clarifying the concept of the object style of  
thinking

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.389

Поступила (Received): 02.10.2016

## Марченко Л.С., Петькина Е.Д., Мамаева А.А. Педагогический мониторинг

Marchenko L.S., Petkina E.D., Mamaeva A.A.  
Pedagogical monitoring

В последние годы практическая деятельность все чаще стала носить характер мониторинга для более эффективного взаимодействия поставленной цели. Мониторинговая деятельность как вид деятельности перестала быть привилегией только для технических профессиональных сфер. Так же она стала внедряться в: управленческие, социологические, психологические и педагогические профессиональные области

**Ключевые слова:** мониторинг, интеграционные процессы, качество образования

**Марченко Любовь Сергеевна**

Магистрант

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева  
г. Красноярск, ул. Перенсона, 7

**Петькина Екатерина Дмитриевна**

Магистрант

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева  
г. Красноярск, ул. Перенсона, 7

**Мамаева Алена Александровна**

Магистрант

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева  
г. Красноярск, ул. Перенсона, 7

In recent years, practical work has become increasingly have the character of monitoring for more efficient interaction goals. Monitoring activities as an activity has ceased to be a privilege only for the technical professional fields. She also began to take root in: managerial, sociological, psychological and pedagogical professional fields

**Key words:** monitoring, integration processes, the quality of education

**Marchenko Lubov Sergeevna**

Master

Krasnoyarsk state pedagogical university named V.P. Astafiev  
Krasnoyarsk, Perenson st., 7

**Petkina Ekaterina Dmitriyevna**

Master

Krasnoyarsk state pedagogical university named V.P. Astafiev  
Krasnoyarsk, Perenson st., 7

**Mamaeva Alena Aleksandrovna**

Master

Krasnoyarsk state pedagogical university named V.P. Astafiev  
Krasnoyarsk, Perenson st., 7

В последние годы практическая деятельность все чаще стала носить характер мониторинга для более эффективного взаимодействия поставленной цели. Мониторинговая деятельность как вид деятельности перестала быть привилегией только для технических профессиональных сфер. Так же она стала внедряться в: управленческие, социологические, психологические и педагогические профессиональные области. Компетентный современный специалист, в любой сфере деятельности должен уметь проектировать и создавать хотя бы не

сложные базы данных. Это поможет автоматизировать и ускорить решение трудных задач [1].

Педагогическая информация- это обобщенная цель педагогического мониторинга, отражающая его деятельностную сущность. Педагогическая информация считается информация, которая имеет личностно- целесообразный, диагностико- прогностический, интегративный и оказывает воспитательное влияние на субъектов на основе актуализации личностный, групповых или организационных смыслов их образовательной деятельности. Практика показывает, что в ходе педагогического мониторинга характера взаимоотношений между субъектами образовательной деятельности в вузе наиболее целесообразен метод анкетного опроса субъектов. Разработка анкет должна проводиться на основе шкалы взаимоотношений, а получение результатов – в ходе обработки матрицы взаимоотношений [3]. Отслеживание развития личности и групп необходимо осуществлять, используя нормативно-поисковые модели деятельности обучаемых, профессорско-преподавательского состава, административно-управленческого состава, курса и учебной группы [2].

#### *Принципы мониторинга.*

Системы принципов, для получения педагогической информации в результате мониторинга:

- Личностной целесообразный;
- Информационной интегративности;
- Диагностико-прогностической направленности;
- Педагогической коммуникативности;
- Научности;
- Социально- нормативной обусловленности;
- Непрерывности;
- Преемственности;
- Целостности.

Эти принципы задают общую ориентацию исследования, позволяя не только собирать, обрабатывать и анализировать интересующую информацию, но и оценивать ее, корректировать дальнейшую работу, что и составляет в конечном итоге сущность педагогического мониторинга.

Овладев методом педагогического мониторинга, преподаватель сможет не только концептуально осмысливать свою деятельность, но и самостоятельно создавать технологии обучения, отвечающие современным целям подготовки.

#### **Список используемых источников:**

1. Бардовский Г.А., Нестеров А.А. Управление качеством образовательного процесса. СПб, 2001.
2. Горб В.Г. Педагогический мониторинг в вузе: методология, теория, технологии. Екатеринбург: Изд-во Урал, ун-та, 2003. 387 с.
3. Горб В.Г. Педагогический мониторинг образовательного процесса как фактор повышения его уровня и результатов // Стандарты и мониторинг в образовании. 2000. № 5. С. 33-37.

**Настовьяк А.Е., Вайнер Б.Г.**  
**Физико-технические принципы построения**  
**автоматизированного мультимодального**  
**диагностического комплекса для исследования**  
**системных реакций организма человека и животных**

**Nastovjak A.E., Vainer B.G.**

**The physical and technical concepts embodied in the design of the**  
**automated multimodal diagnostic system aimed at the examination**  
**of the organismal systemic reactions in humans and animals**

*Представлены физико-технические принципы построения и предложен вариант реализации аппаратно-программного мультимодального диагностического комплекса, предназначенного для количественного анализа системного отклика организма человека и животных в ответ на кратковременные внешние интервентные воздействия. Разработка доведена до уровня, позволяющего осуществить его изготовление и применение в научных исследованиях*

**Ключевые слова:** автоматизированный диагностический комплекс, интервентное воздействие на организм, системная реакция организма, люди, животные

**Настовьяк Артем Евгеньевич**

Инженер

Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова  
Сибирского отделения Российской академии наук  
г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 13

**Вайнер Борис Григорьевич**

Доктор физико-математических наук, профессор  
Ведущий научный сотрудник ИФП СО РАН  
Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова  
Сибирского отделения Российской академии наук  
Новосибирский государственный университет  
г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 13

*The physical and technical concepts of the hardware-and-program assembled multimodal diagnostic system aimed at the quantitative analysis of the external short-term stimulation-induced organismal systemic reactions in humans and animals are presented. An operable alternative of the system is described in details. An engineering design of the research facilities is developed to the point allowing the diagnostic system production*

**Key words:** automated multimodal diagnostic system, interventional action on the organism, organismal systemic reaction, humans, animals

**Nastovjak Artem Evgenevich**

Engineer

Rzhanov Institute of Semiconductor Physics  
SB RAS  
Novosibirsk, Lavrentyev ave., 13

**Vainer Boris Grigoryevich**

Doctor of Physico-mathematical Sciences, Professor  
Principal Research Scientist at ISP SB RAS  
Rzhanov Institute of Semiconductor Physics  
SB RAS  
Novosibirsk State University  
Novosibirsk, Lavrentyev ave., 13

Авторы благодарны Е.Г. Вергунову и В.И. Баранову за полезные обсуждения

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 15-02-07680)

Для получения максимально достоверных сведений об основных показателях состояния организма при изучении живых объектов требуется мультимодальный подход, основанный на применении диагностических аппаратных средств с разными физическими принципами регистрации поступающей из организма информации. При этом для корректного сопоставления измеренных сигналов, определения степени их взаимной корреляции и согласованности важным требованием является синхронность снятия показаний, поскольку типичная для организма человека и животных вариабельность внутреннего состояния с течением времени [1] часто не позволяет сравнивать данные, полученные неодновременно. Типичными физическими характеристиками, отражающими жизненно важные функции организма, являются электрокардиограмма (ЭКГ), ритм и профиль дыхания, температура поверхности на разных участках поверхности тела, температура ядра организма и др.

Вручную проводить такие многопараметрические синхронные измерения, считывая показания приборов, накапливая данные, одновременно реализуя также еще и заданные жестким протоколом внешние интервентные диагностические воздействия на организм (функциональные пробы), не только малоэффективно, но часто и неосуществимо. Наличие современных средств автоматизации измерений (разнообразных электроуправляемых модулей и др.) и средств синхронизации компьютерных программ, обслуживающих независимые аппаратные средства диагностики, позволяет реализовать единый программируемый диагностический комплекс, управляемый всего лишь одним оператором.

В настоящей работе представлены принципы построения и предложен вариант реализации такого аппаратно-программного диагностического комплекса (АПДК), предназначенного для количественного анализа системного отклика организма человека и животных в ответ на кратковременные внешние воздействия. Воздействиями могут служить локальная гипер- и гипотермия, изменение состава вдыхаемого воздуха, пережатие (принудительная окклюзия) крупных сосудов конечностей, ступенчатое изменение светового потока и др. Аппаратные средства при этом могут регистрировать тепловизионный сигнал, измеренный на разных участках поверхности тела и на вспомогательных объектах, сигналы характеризующие динамику дыхания, электрокардиограмму с выявлением R-R интервалов и отражением вариабельности сердечного ритма, данные о перфузии в мелких сосудах, определяемые методом лазер-доплеровской флоуметрии (ЛДФ), показания температуры ядра организма и др.

Идеология построения комплекса базируется на приобретенном опыте исследования системной реактивности организма человека и животных, где измерения проводились в ручном режиме [2–6].

#### АРХИТЕКТУРА АПДК

Ядром АПДК является головная компьютерная программа-сервер (ГС). Она осуществляет чтение управляющих последовательностей команд (рецептов) из файла заданных параметров и их исполнение. ГС синхронизирует работу аппаратных средств посредством вспомогательных программ по протоколу

tcp/ip либо напрямую, если это возможно. Также ГС осуществляет запись уставок каналов управления и текущих значений каналов ввода/вывода со скоростью около 1 отсчета в секунду в текстовый файл, по которому в дальнейшем можно восстановить реальный протокол процедуры измерений.

Ввод/вывод сигналов "медленных" каналов (термопары, термосопротивления, напряжения и токи) осуществляется через стандартные промышленные модули ввода, например, ICP DAS PET7019 (рис. 1.). Число каналов легко наращивается путем добавления необходимого количества модулей, тип которых соответствует передаваемым сигналам. Такие промышленные модули работают в Ethernet-окружении и непосредственно общаются с OLE for Process Control (OPC)-сервером на персональном компьютере. OPC-сервер берёт на себя всю работу по обмену данными на физическом уровне и предоставляет простой и удобный доступ ГС к ресурсам ввода/вывода.



Рис. 1. Схема организации АПДК

В качестве тепловизионной измерительной системы в настоящей реализации АПДК применяется матричный тепловизор ТКВр-ИФП/СВИТ со следующими техническими характеристиками: температурная чувствительность – 0.03 °С, быстродействие – 100 кадров в секунду, рабочий спектральный диапазон – 2.45-3.05 мкм, рабочая температура ИК детектора – 78 К. Отметим, что для измерения динамики дыхания у людей и животных используется оригинальный тепловизионный способ сорбционно усиленной индикации [7, 8]. Для получения данных, характеризующих микроциркуляцию, в состав АПДК включен ЛДФ-метр ЛАКК-01, располагающий двумя (красным и инфракрасным) измерительными каналами.

Взаимодействие ГС с тепловизором также производится по протоколу tcp/ip. При этом ГС эмулирует работу оператора с интерфейсом тепловизионной

программы, инициирует запись кадров и фильмов в заданные моменты и интервалы времени. Взаимодействие с аппаратом ЛДФ осуществляется посредством вспомогательной программы, принимающей сигналы напрямую или по стандартному последовательному порту. Взаимодействие с аппаратом ЭКГ и стандартным монитором состояния пациента, регистрирующим, в частности, пульс оксиметрические данные, осуществляется через вспомогательную программу, принимающую сигналы по протоколу DICOM. Предусмотрена возможность подключения ЭКГ-мониторов, не поддерживающих DICOM.

Управление блоком нагнетания воздуха в манжетку и сброса давления в ней при проведении циклов принудительной окклюзии сосудов конечностей осуществляется через дискретные каналы стандартного модуля вывода, например, ICP DAS PET7019 (рис. 2). Регулирование давления в манжетке производится либо включением и выключением нагнетающего и стравливающего воздушных электронных клапанов в заданные моменты времени, либо присоединением/отсечкой внешнего баллона с воздухом, сжатым до заданного давления, обычно превышающего систолическое артериальное давление. При значении давления воздуха выше максимального безопасного давления в системе отпирается защитный клапан.



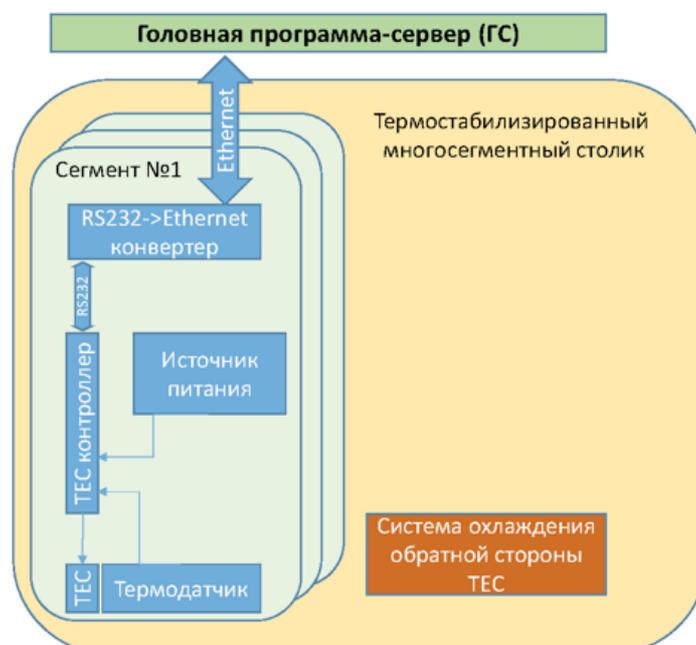
Рис. 2. Схема напуска и сброса воздуха в манжетке

Управление блоком формирования и подачи газовой смеси реализуется через дискретные каналы выводов стандартного модуля вывода, например, ICP DAS PET7019 (рис. 3) и стандартных регуляторов расхода газа (РРГ). Регулирование осуществляется заданием уставки для РРГ, включением/выключением клапана подачи и приостановки потока в заданные моменты времени. Газоанализатор может контролировать текущий состав подготовленной газовой смеси.



**Рис. 3. Схема создания и подачи газовой смеси**

Управление многосегментным столиком для размещения на нем лабораторных животных с возможностью выбора уникальной тепловой/холодовой мозаики осуществляется посредством задания параметров ПИД-регулятора (ТЕС-контроллера) и температуры уставки для каждого сегмента с модулем Пельтье (ТЕС) (рис. 4). ПИД-регулятор использует датчик температуры для обратной связи. Множество сегментов позволяет задавать индивидуальные параметры тепловых воздействий на разные участки тела объекта исследования.



**Рис. 4. Схема управления термостабилизированным многосегментным столиком**

Одним из структурных блоков АПДК служит модуль измерения температуры ядра организма (например, ректальной температуры тела) и локальной

температуры в других контрольных точках, способных принадлежать как организму, так и узлам АПДК (например, тепловому или холодному агенту, с помощью которого производится термическое воздействие на организм). Он построен на основе системы электронных датчиков температуры типа DS18B20 с параллельной шиной типа 1-Wire и управляющим контроллером на базе модуля беспроводной передачи данных ESP8266 (рис. 5).

Программа для ESP8266 составлена с помощью свободно распространяемого программного комплекса Arduino IDE. Согласно спецификации цифровой датчик DS18B20 регистрирует значения температуры в диапазоне  $-55\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +125\text{ }^{\circ}\text{C}$  с разрешением 12 бит, имея абсолютную погрешность  $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  в диапазоне  $-10\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +85\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Каждый датчик обладает уникальным 64-битным адресом. Все датчики подключены к единой трехпроводной шине [9]. Модуль ESP8266 обращается к датчикам последовательно во времени с запросом на начало измерений и на выдачу результата. Примерно один раз в секунду ESP8266 осуществляет отправку собранных показаний в ГС по беспроводной сети WiFi. Из соображений техники безопасности при работе с людьми питание ESP8266 осуществляется от автономного аккумулятора для предотвращения поражения объекта исследований электрическим током высокого напряжения.

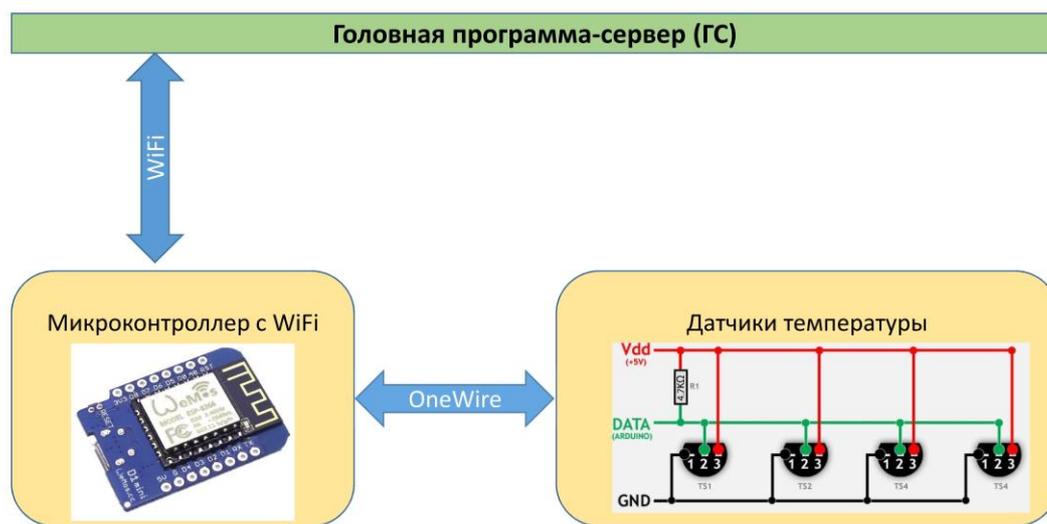


Рис. 5. Схема организации опроса датчиков температуры

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На базе опыта работ по исследованию системной реактивности организма человека и животных, реализованных в ручном режиме, разработана оригинальная архитектура аппаратно-программного диагностического комплекса, позволяющего в автоматическом режиме проводить синхронные измерения и запись: 1) обзорной температурной карты тела методом матричного тепловидения, 2) электрокардиограммы с возможностью последующего определения variability сердечного ритма, 3) временного профиля и частоты дыхания на больших (часы) промежутках времени, 4) уровня перспирации, 5) температуры ядра организма, 6) величины микроциркуляторной перфузии методом ла-

зер-доплеровской флоуметрии. Также через пользовательский интерфейс комплекс дает возможность управлять параметрами измерительного процесса и по заданному протоколу осуществлять внешние интервентные воздействия на изучаемый живой объект. Разработка АПДК доведена до уровня, позволяющего осуществить его изготовление и применение в научных исследованиях.

**Список используемых источников:**

1. Николаева Е. И., Вергунов Е. Г., Ельникова О. Е. Модель устойчивой адаптации хронически больных людей с использованием вариабельности кардиоритма // *Современные проблемы науки и образования*. Пенза, 2015. № 1-1. С. 1578-1578. DOI: 10.17513/spno.2015.1.121-19223
2. Вайнер Б. Г., Вергунов Е. Г., Баранов В. И., Маркель А. Л., Серяпина А. А., Кармакулова И. В. Комплексный инструментальный мониторинг динамики функционального состояния организма животного, подверженного внешним нагрузкам: изучение согласованности дыхания и сердечного ритма // *Научный альманах*. 2015. № 10-3 (12). С. 443-449. DOI: 10.17117/na.2015.10.03.443
3. Вайнер Б. Г., Вергунов Е. Г., Баранов В. И. Синхронизм, выявленный при одновременном измерении сердечного ритма, динамики дыхания и поверхностной температуры тела у лабораторных крыс в состоянии сна // *Наука и образование: проблемы и перспективы развития* 2014. Ч. 3. Тамбов: Юком, 2014. С. 39-41.
4. Вайнер Б. Г., Баранов В. И., Вергунов Е. Г. Тепловизионно-интервалографический подход к изучению сосудистой реактивности у мелких лабораторных животных // *Наука и образование в жизни современного общества* Ч. 12. Тамбов. 2013. С. 21-23.
5. Vainer B. G., Morozov V. V. Infrared thermography-based integrated approach aimed at objective evaluation of systemic vascular reactivity in humans // *QIRT 2014*. 7-11 July 2014, Bordeaux, France. Available at QIRT Open Archives: <http://qirt.gel.ulaval.ca/archives/qirt2014/QIRT2014.html> (Paper QIRT-2014-190).
6. Vainer B. G., Baranov V. I., Vergunov E. G. Infrared thermography as applied to the studies of cardiovascular system in rats // *QIRT 2014*. 7-11 July 2014, Bordeaux, France, 2014. Available at QIRT Open Archives: <http://qirt.gel.ulaval.ca/archives/qirt2014/QIRT2014.html> (Paper QIRT-2014-157)
7. Вайнер Б.Г. Новые способы исследования внешнего дыхания у животных и человека // *Наука и образование в XXI веке*. Ч. 12. Тамбов: Юком, 2014. С. 35-38.
8. Вайнер Б. Г. Применение тепловизионного метода адсорбционной индикации для исследования дыхания у человека // *Перспективы развития науки и образования*. Ч. 8. Тамбов: Юком. 2015. С. 32-34.
9. Arduino и цифровой датчик температуры DS18B20.  
URL: <http://arduino-diy.com/arduino-tsifrovoy-datchik-temperature-DS18B20>

© 2016, Настовьяк А.Е., Вайнер Б.Г.

*Физико-технические принципы построения автоматизированного мультимодального диагностического комплекса для исследования системных реакций организма человека и животных*

© 2016, Nastovjak A.E., Vainer B.G.

*The physical and technical concepts embodied in the design of the automated multimodal diagnostic system aimed at the examination of the organismal systemic reactions in humans and animals*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.398

Поступила (Received): 06.10.2016

**Овеченко Д.С., Бойченко А.П.**  
**Влияние термообработки алюминиевого анода**  
**на его электрохемилюминесценцию**

**Ovchenko D.S., Boychenko A.P.**  
**Effect heat treatment aluminum anode on**  
**his electrochemiluminescence**

*Представлены результаты исследований электрохемилюминесценции (ЭХЛ) в 0,008 М растворе щавелевой кислоты предварительно обработанного при ~773 К алюминиевого анода. Установлено, что термообработанная область металла дает спектрально отличный цвет свечения ЭХЛ по сравнению с необработанной областью*

**Ключевые слова:** оксид алюминия, алюминиевый анод, электрохемилюминесценция

**Овеченко Дмитрий Сергеевич**

Магистр

Кубанский государственный университет

г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

**Бойченко Александр Павлович**

Доктор физико-математических наук, доцент

Кубанский государственный университет

г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

*The results of studies of electrochemiluminescence (ECL) in 0,008 M oxalic acid solution is pretreated at about 773 K aluminum anode. It was established that a metal heat-treated region gives excellent color spectral luminescence of ECL in comparison with the untreated area*

**Key words:** aluminum oxide, aluminum anode, electrochemiluminescence

**Ovchenko Dmitry Sergeevich**

Master

Kuban state university

Krasnodar, Stavropolskaya st., 149

**Boychenko Aleksandr Pavlovich**

Doctor of Physical and Mathematical Sciences,

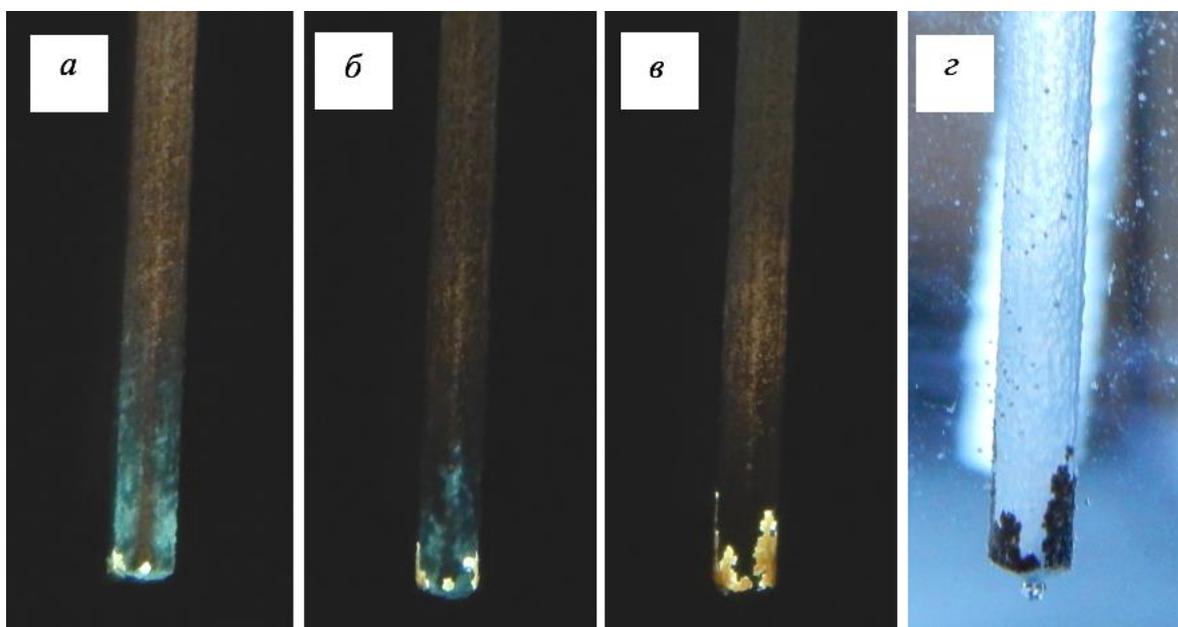
Associate Professor

Kuban state university

Krasnodar, Stavropolskaya st., 149

Как известно толщина рентгеноаморфного защитного слоя оксида алюминия ( $Al_2O_3$ ) при повышении температуры до ~673 К на воздухе незначительно возрастает вследствие частичной дегидратации входящих в него гидроокислов металла (байерита и бемита) [1, 2]. В интервале 773–873 К растет скорость окисления алюминия (Al), что связывают с нарушением целостности пленки оксида вследствие кристаллизации аморфного  $Al_2O_3$  и образованием его  $\gamma$ -формы. Одновременно усиливается «растрескивание»  $Al_2O_3$  за счет отличия величины его коэффициента линейного расширения от того же параметра у металла [2, 3]. Перечисленные эффекты, особенно увеличение толщины оксидного слоя, должны существенно влиять на характер электрохемилюминесценции (ЭХЛ) Al при его электролитическом анодировании. Результатам проверки этого предположения посвящена настоящая работа.

Исследования проводились на Al-проволоке диаметром 0,003 м и длиной 0,03 м, соответствующей её погруженной части в 0,008 М раствор щавелевой кислоты ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) [4–6]. Перед электролитическим анодированием нижняя часть проволоки в 0,01 м подвергалась термообработке на воздухе при температуре  $\sim 773$  К. После чего она размещалась в электролитической ячейке с таким же по геометрии Al-катодом (не подвергавшимся термообработке) и последующим электролизом  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  при напряжении  $128 \pm 0,1$  В. В течение эксперимента температура раствора поддерживалась на уровне  $298 \pm 0,5$  К. Одновременно с фотографической регистрацией (фотоаппарат Nikon Coolpix L820) только светящегося анода измерялась плотность протекающего через электролит тока, составляющего (за время фоторегистрации ЭХЛ)  $203,3 \pm 0,2$  А/м<sup>2</sup>. Последовательность изменения во времени характера свечения и структуры ЭХЛ Al-анода в 0,008 М растворе  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  представлена на серии фотографий.



*Последовательность изменения характера и структуры ЭХЛ Al-анода в течение:  
а – 5 с; б – 15 с; в – 25 с; г – его оптическое изображение на 30 с электролиза*

На фотографиях четко выделяется термообработанная область анода в виде цветовых (спектральных) различий диффузного свечения ЭХЛ по сравнению с необработанной областью Al. Эти различия сохраняются в течение всего времени электролиза. Однако распределение структуры ЭХЛ на Al-аноде неоднородно и носит очаговый характер. Начинающиеся с концевой части электрода очаги округлой формы желтого цвета постепенно сливаются, образуя своеобразный «чехол» того же цвета свечения, неравномерно покрывающий боковую поверхность анода. Названной неравномерности соответствует инородное образование черно-коричневого оттенка (см. рис. г), по нашим предположениям являющееся углеродсодержащим продуктом разложения  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , распределенным в пористой структуре  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Одновременно с описанным процессом к 25 секунде электролиза исчезает диффузное свечение голубовато-зеленого цвета, соответствующее термообработанной области.

Наблюдаемую закономерность можно объяснить на основе следующих предположений. Возрастание толщины слоя  $Al_2O_3$  над барьерным после термообработки Al приводит к образованию на его поверхности своеобразного двухслойного конденсатора, напряженность поля в котором перераспределяется согласно электро-геометрическим характеристикам каждого из слоев. (При этом необязательно распределение слоев параллельно поверхности металла, но и перпендикулярно, что, например, имеет место для пор  $Al_2O_3$  в его нанопористой структуре.) В слое с наибольшей напряженностью электрического поля наиболее интенсифицирован процесс плазменного электролиза [7] с обилием продуктов разнообразных реакций, присущих газоразрядной плазме [7, 8]. Таким из низкомолекулярных продуктов может быть углерод, образуемый из высокомолекулярного соединения типа  $H_2C_2O_4$ . Одновременно с данным процессом продолжится рост оксидной пленки. Причем на необработанной части Al-провода он будет идти медленнее, чем на термообработанной, как не имеющего «затравочных» центров формирования ее упорядоченной (или наоборот) структуры. Кроме того, вследствие локализации наибольшей напряженности электрического поля на термообработанном участке растущий слой  $Al_2O_3$  [9] способен вбирать в себя (абсорбировать) примеси в виде включений из твердых продуктов электролиза. Вследствие чего к концу плазменно-электролизного процесса на поверхности Al-анода будут располагаться два слоя  $Al_2O_3$  с кардинально отличными друг от друга электро-геометрическими характеристиками. Один слой большей толщины, занимающий область термообработки и содержащий примеси от продуктов электролиза, а другой – необработанную область меньшей толщины без примесей (или с их минимальной концентрацией).

К высказанному предположению о первоначальном различии толщин оксидных пленок на термообработанном и необработанном участках Al-анода приводит экспериментально наблюдаемое на них различие свечения ЭХЛ, сразу же возникающее в момент приложения напряжения к электродам электролитической ячейки. Как отмечалось выше, эти различия сохраняются на названных участках за весь интервал времени исследования электролиза независимо от изменения спектрального состава излучения на каждом из них. Таким образом, метод ЭХЛ позволяет выявить термообработанные участки металлического Al и, по-видимому, подобные на нем области  $Al_2O_3$ , способные образоваться от других факторов воздействия.

#### Список используемых источников:

1. Hunter M., Fowle P. *Natural and thermally formed oxide films on aluminum*. J. Electrochem. Soc. 1956. Vol. 3. № 9. P. 482–485.
2. Vargel C. *Corrosion of aluminium*. Hardbound. Elsevier, 2004. 700 p.
3. Коршунов А.В. Влияние размеров и структуры частиц порошков алюминия на закономерности их окисления при нагревании в воздухе // Известия ТПУ. Сер. Химия. 2009. Т. 315, № 3. С. 5–11.
4. Овеченко Д.С., Бойченко А.П. Электрохемилюминесценция алюминиевого анода в растворах щавелевой и лимонной кислот // Опто-, наноэлектроника, нанотехнологии и микросистемы: Тр. XVII Междунар. конф. Ульяновск: УлГУ, 2014. С. 165–166.
5. Овеченко Д.С., Бойченко А.П. Электрохемилюминесценция импульсно анодируемого алюминия в растворах щавелевой и лимонной кислот // Глобализация науки: проблемы и перспективы: Сб. статей Междунар. Науч.-пр. конф. Уфа: «ОМЕГА САЙНС», 2015. С. 6–8.

6. Овеченко Д.С., Бойченко А.П. О временных параметрах импульсов электрохемилюминесценции при импульсом анодировании алюминия в растворах щавелевой и лимонной кислот // Динамика развития современной науки: Сб. статей Междунар. науч.-пр. конф. Уфа: «ОМЕГА САЙНС», 2015. С. 15–17.
7. Аверьянов Е.Е. Вопросы теории образования и формирования анодных оксидов. Дис. д-ра техн. наук. Казань, 2004. 274 с.
8. Аверьянов Е.Е. Справочник по анодированию. М., Машиностроение, 1988. 224 с.
9. Лазарук С.К., Кацуба П.С., Лешок А.А., Высоцкий В.Б. Влияние локальной напряженности электрического поля на формирование упорядоченной структуры пористого анодного оксида алюминия // ЖТФ. 2015. Т. 85, Вып. 9. С. 86–90.

---

© 2016, Овеченко Д.С., Бойченко А.П.  
Влияние термообработки алюминиевого анода на его электрохемилюминесценцию

---

© 2016, Ovechenko D.S., Boychenko A.P.  
Effect heat treatment aluminum anode on his electrochemiluminescence

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.402

Поступила (Received): 24.10.2016

**Петькина Е.Д., Марченко Л.С., Баран М.И.  
Исследование магнитокалорического  
эффекта и его применение**

**Petkina E.D., Marchenko L.S., Baran M.I.  
Study magnetocaloric effect and its application**

Данная статья рассказывает об исследовании и применении магнитокалорического эффекта. Благодаря уникальным свойствам, материалы обладающие высоким магнитокалорическим эффектом широко используют для создания магнитных холодильных машин, что может способствовать уменьшению использования вредных экологии хладагентов

**Ключевые слова:** магнитокалорический эффект, ферромагнетик, магнетик, магнетизм

This article about researching and using of magnetocaloric effect. Materials, with high magnetocaloric effect, are widely used in magnetic refrigeration machines, due to they unique properties. It can helps reduce a using of environmental harming refrigerants

**Key words:** magnetocaloric effect, ferromagnetic, magnetic, magnetism

**Петькина Екатерина Дмитриевна**  
Магистрант

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева  
г. Красноярск, ул. Перенсона, 7

**Petkina Ekaterina Dmitriyevna**  
Master

Krasnoyarsk state pedagogical university named V.P. Astafiev  
Krasnoyarsk, Perenson st., 7

**Марченко Любовь Сергеевна**  
Магистрант

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева  
г. Красноярск, ул. Перенсона, 7

**Marchenko Lubov Sergeevna**  
Master

Krasnoyarsk state pedagogical university named V.P. Astafiev  
Krasnoyarsk, Perenson st., 7

**Баран Мария Игоревна**  
Магистрант

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева  
г. Красноярск, ул. Перенсона, 7

**Baran Maria Igorevna**  
Master

Krasnoyarsk state pedagogical university named V.P. Astafiev  
Krasnoyarsk, Perenson st., 7

Магнитокалорический эффект (МКЭ) в течение долгого времени если и находил практическое применение, то только в холодильных циклах, осуществляемых в области очень низких температур ( $1\text{T} < \text{K}$ ). Благодаря обнаружению значительных величин калорических эффектов в области фазовых переходов типа порядок – беспорядок, методы охлаждения на основе МКЭ в настоящее время рассматриваются в качестве конкурентноспособных в широком интервале температур, как ниже, так и выше комнатной температуры, по отношению

к традиционным методам, в основе которых лежат, например, газовые и термоэлектрические циклы.

Магнитокалорический эффект – изменение температуры магнитного вещества (магнетика) при его адиабатическом намагничивании (размагничивании). В условиях адиабатичности магнетик не поглощает и не отдает теплоту ( $dQ = 0$ ), поэтому энтропия  $S$  магнетика не меняется:

$$dS = dQ/T = 0.$$

По существующей терминологии к МКЭ не относят тепловые эффекты, обусловленные необратимым выделением тепла при намагничивании и перемагничивании ферромагнетиков за счет магнитного гистерезиса, магнитной релаксации и токов Фуко [3].

Интерес к исследованиям магнитокалорического эффекта подкрепляется потребностью промышленности в материалах, обладающих высоким МКЭ, для создания магнитных холодильных машин, в которых такие материалы могут выступать в роли рабочего тела холодильной установки. Это позволит отказаться от использования вредных экологии хладагентов. Поэтому наибольший интерес представляют экономически выгодные материалы с большим значением магнитокалорического эффекта в районе комнатной температуры.

Исследования магнитокалорического эффекта дают ценную информацию о свойствах твёрдого тела вблизи фазовых переходов и основных взаимодействиях, оказывающих влияние на магнитоупорядоченное состояние.

При объяснении магнитокалорического эффекта в рамках термодинамики энтропию рассматривают как функцию температуры  $T$ , давления  $p$  и напряженности  $H$  внешнего магнитного поля,  $S=S(T, p, H)$ , откуда в условиях адиабатичности:

$$dS = \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_{p,H} dT + \left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_{T,H} dp + \left(\frac{\partial S}{\partial H}\right)_{T,p} dH = 0$$

При постоянном давлении ( $p = \text{const}$ )  $dp=0$ . В записи для конечных изменений величин:

$$\Delta T = - \frac{(\partial S / \partial H)_{T,p}}{(\partial S / \partial T)_{p,H}} \cdot \Delta H \tag{1}$$

Соотношение (1) позволяет найти зависимость  $\Delta T$  от  $\Delta H$ , если раскрыть значение входящих в него частных производных. Производная  $(dS/dT)_{p,H} = C_{p,H}/T$ , где  $C_{p,H}$  – теплоемкость магнетика. Производная  $(\partial S / \partial H)_{T,p}$  может быть преобразована на основе соотношения взаимности частных производных внутренней энергии магнетика:  $(\partial S / \partial H)_{T,p} = (\partial M / \partial T)_{p,H}$ , где  $M$  – намагниченность. Таким образом:

$$\Delta T = - \frac{(\partial M / \partial T)_{p,H}}{C_{p,H} / T} \cdot \Delta H \tag{2}$$

Поскольку  $C_{p,H}/T > 0$ , изменение температуры магнетика – охлаждение ( $\Delta T < 0$ ) или нагрев ( $\Delta T > 0$ ) – зависит от знака производной  $(\partial M / \partial T)_{p,H}$  и изменения внешнего магнитного поля ( $\Delta H > 0$  – намагничивание,  $\Delta H < 0$  – размагничивание) [3].

В последние годы проявляется интерес к созданию новых типов магнитных холодильных машин (МХМ), основанных на использовании МКЭ. При этом в качестве рабочих тел предлагается использовать редкоземельные магнетики, сплавы Гейслера, арсенид марганца  $MnAs$ , соединения  $Gd_5(Si_2Ge_2)$ ,  $RCo_2$ ,  $La(Fe,Si)_{13}$  и др., обладающие большим МКЭ и изменением магнитной энтропии в удобных для работы таких машин интервалах температур [1], [4].

В одной из конструкций МХМ твердое рабочее тело – магнетик циклически перемещается между приемником и источником теплоты (охлажденным телом). В зоне сильного магнитного поля рабочее тело изотермически намагничивается, а теплота, которая выделяется в рабочем теле вследствие МКЭ, передается приемнику теплоты. В зоне, где 4 из 5 магнитное поле отсутствует, рабочее тело размагничивается, вследствие чего температура рабочего тела снижается и ему передается теплота от источника теплоты – охлаждаемого тела. После установления равновесия цикл повторяется. Таким образом, МКЭ обеспечивает работу магнитотеплового насоса, который «откачивает» тепло от охлаждаемого тела. Другой перспективной моделью магнитной холодильной машиной является устройство, где через область, в которой создано сильное магнитное поле, производится прокачка жидкости с наполнителем в виде магнитных частиц с большим МКЭ [1], [2].

Исследование магнитокалорического эффекта позволяет получить важную информацию о характеристиках магнитного упорядочения, обменных и магнитокристаллических взаимодействиях, о трансформации магнитных структур при действии магнитного поля. А также исследование МКЭ является актуальным для физики конденсированного состояния и физики магнитных явлений, для получения информации о природе магнитных фазовых переходов в магнитоупорядоченных веществах.

#### **Список используемых источников:**

1. Андреев А.С. и др. "Магнитокалорические эффекты в редкоземельных магнетиках" УФН 158 553–579 (1989).
2. Архаров А. М., Брандт Н. Б., Жердев А. А., О возможности создания магнитных холодильных машин, "Холодильная техника", 1980. № 8, с. 13. С. А. Никитин.
3. Вонсовский С. В., Магнетизм, М., 1971, с. 368.
4. Никитин С. А. и др., Магнитокалорический эффект в соединениях редкоземельных металлов с железом, "ЖЭТФ", 1973, т. 65, с. 2058.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.405

Поступила (Received): 24.10.2016

**Петькина Е.Д., Марченко Л.С., Болотов А.А.  
Применение магнитных наночастиц в медицине**

**Petkina E.D., Marchenko L.S., Bolotov A.A.  
Use of magnetic nanoparticles in medicine**

*В данной статье говорится применении магнитных наночастиц в медицине. Благодаря разнообразным химическим и физическим свойствам наночастиц стала возможным система доставки лекарственных препаратов в ткани- и клетки-мишени а также контрастных агентов для диагностики и терапевтических агентов для создания резонансной гипертермии*

**Ключевые слова:** магнитные наночастицы, медицина, нанотехнология, система доставки лекарственных препаратов

**Петькина Екатерина Дмитриевна**  
Магистрант  
Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева  
г. Красноярск, ул. Перенсона, 7

**Марченко Любовь Сергеевна**  
Магистрант  
Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева  
г. Красноярск, ул. Перенсона, 7

**Болотов Алексей Александрович**  
Магистрант  
Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева  
г. Красноярск, ул. Перенсона, 7

*In this article explains using of magnetic nanoparticles for medical purposes. With help of different physical and chemical properties of nanoparticles, medications delivery to targeting cells and tissues can be possible. Also, it provides delivery of contrast agents for diagnostic, and therapeutic agents, for creating resonance hyperthermia*

**Key words:** magnetic nanoparticles, medicine, nanotechnology, drug delivery system

**Petkina Ekaterina Dmitriyevna**  
Master  
Krasnoyarsk state pedagogical university named V.P. Astafiev  
Krasnoyarsk, Perenson st., 7

**Marchenko Lubov Sergeevna**  
Master  
Krasnoyarsk state pedagogical university named V.P. Astafiev  
Krasnoyarsk, Perenson st., 7

**Bolotov Aleksey Aleksandrovich**  
Master  
Krasnoyarsk state pedagogical university named V.P. Astafiev  
Krasnoyarsk, Perenson st., 7

Нанотехнология в последние годы стала одной из наиболее перспективных и динамично развивающихся областей знаний. Развитие нанотехнологий обеспечивается междисциплинарным характером исследований, широким взаимопроникновением идей и разработок, интеграцией материалов, методов и процессов из различных областей знаний. Применение наноматериалов в меди-

цине и фармакологии является приоритетным направлением, позволяющим решать самые актуальные проблемы в данных областях. Такие технологии трансформируют устоявшиеся научные дисциплины и позволяют создавать новые направления исследований. Объединение научных достижений нанотехнологии и биотехнологии привело к созданию новой дисциплины – нанобиотехнологии, развитие которой обещает привести к созданию наноконструкций, способных управлять биосистемами на молекулярном уровне.

Впервые мысль о применении микроскопических устройств (к которым следует отнести и наночастицы) в медицине была высказана физиком Р. Фейнманом в своей знаменитой лекции «Там внизу – много места». Но только в последние годы, предложения Фейнмана приблизились к реальности, хотя, отметим, они ещё далеки от предложенного им микроробота, способного через кровеносную систему проникнуть внутрь сердца, произвести там операцию на клапане, а также выполнить целый набор подобных процедур, поражающих воображение [2].

Наночастицы обладают некоторыми физико-химическими характеристиками. Особое место среди них занимают магнитные свойства, в которых наиболее отчетливо проявляются различия между массивным (объемным) материалом и наноматериалом. В частности, показано, что намагниченность (в расчете на один атом) и магнитная анизотропия наночастиц могут быть заметно больше, чем у массивного образца, а отличия в температурах Кюри ( $T_C$ ) или Нееля ( $T_N$ ), т.е. в температурах самопроизвольного установления параллельной или антипараллельной ориентации спинов, наночастиц и соответствующих макроскопических фаз достигают сотен градусов. Кроме того у магнитных наноматериалов обнаружен ряд необычных свойств – высокие значения обменного взаимодействия, аномально большой магнитокалорический эффект и др.

Магнитные свойства наночастиц определяются многими факторами, среди которых следует выделить химический состав, тип кристаллической решетки и степень ее дефектности, размер и форму частиц, морфологию (для частиц с комплексной структурой), взаимодействие частиц с окружающей их матрицей и соседними частицами. Изменяя размеры, форму, состав и строение наночастиц, можно в определенных пределах управлять магнитными характеристиками материалов на их основе. Однако контролировать все эти факторы при синтезе примерно одинаковых по размерам и химическому составу наночастиц удается далеко не всегда, поэтому свойства однотипных наноматериалов могут сильно различаться [3].

Уже доказано, что бактерии можно использовать в качестве средства точечной доставки лекарств к больным тканям. Специалисты запустили в кровяную систему крысы бактерии MS-1. Эти бактерии способны быстро двигаться за счёт вращения своих жгутиков, но кроме того, они содержат магнитные наночастицы, что делает их чувствительными к магнитному полю и заставляет двигаться вдоль силовых линий. Такие силовые линии способны создавать, например, устройство магнитного резонанса. Исследователи считают, что прежде чем пытаться создавать искусственные наномашинны, способные

продвигаться по телу человека, следует обратить внимание на уже существующие создания природы.

Среди углеродных наночастиц, образованных только атомами углерода, наиболее широко распространены **фуллеренные нанотрубки**, которые можно получить с помощью разнообразных химических или физико-химических методов. Например, в промышленных масштабах фуллерены получают термическим распылением углеродсодержащей сажи в атмосфере инертного газа, при пониженном давлении, в присутствии катализатора. Фуллерены, по мнению экспертов, могут стать основой не только для систем доставки, но и для нового класса лекарственных средств. Главная особенность – их каркасная форма: молекулы выглядят как замкнутые, полые внутри «оболочки». Самая знаменитая из углеродных каркасных структур – это фуллерен  $C_{60}$ , абсолютно неожиданное открытие, которого в 1985 году вызвало целый бум исследований в этой области.

В 1991 году, снова – совершенно неожиданно (теоретики их существование не предсказывали), были обнаружены длинные, цилиндрические углеродные образования, получившие названия **нанотрубок**. Они характеризуются разнообразием форм: большие и маленькие, однослойные и многослойные, прямые и спиральные; уникальной прочностью, демонстрируют целый спектр самых неожиданных электрических, магнитных, оптических свойств. Вообще-то нанотрубки можно использовать как микроскопические контейнеры для транспорта многих химически или биологически активных веществ: белков, ядовитых газов, компонентов топлива и даже расплавленных металлов. Для нужд медицины нанотрубки обладают важным повышенным сродством к липидным структурам, они способны образовывать стабильные комплексы с пептидами и ДНК-олигонуклеотидами и, даже инкапсулировать эти молекулы. Совокупность указанных свойств обуславливает их применение в виде эффективных систем доставки вакцин и генетического материала [1].

К **неорганическим наночастицам**, одному из важнейших классов нанопереносчиков, относятся соединения оксида кремния, а также различных металлов (золото, серебро, платина). Часто такая наночастица имеет кремниевое ядро и внешнюю оболочку, сформированную атомами металла. Использование металлов позволяет создавать переносчики, обладающие рядом уникальных свойств. Так, их активность (и, в частности, высвобождение терапевтического агента) может быть модулирована термическим воздействием (инфракрасное излучение), а также изменением магнитного поля. В случае гетерогенных твёрдофазных композитов, например, наночастиц металла на поверхности пористого носителя, вследствие их взаимодействия появляются новые свойства [1], [4].

Развитие методов использования наноматериалов, в частности магнитных наночастиц, в качестве носителя в системах доставки лекарственных препаратов в ткани- и клетки-мишени, контрастных агентов для диагностики, а также как самостоятельных терапевтических агентов для создания резонансной гипертермии должно являться приоритетным направлением биомедицины. Здесь открывается большой простор для работы химиков-синтетиков в тесном сотрудничестве с физиками, биологами и медиками.

**Список используемых источников:**

1. Губин С.П., Кокишаров Ю.А., Холутов Г.Б., Юрков Г.Ю., «Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства», 2005, Успехи Химии, 74, 6, 539-574.
2. Нанотехнологии в медицине // Биомедицинская химия. 2009. Том 55, Выпуск 2.
3. Никифоров В.Н. «Биомедицинское применение магнитных наночастиц».
4. Першина А.Г., Сазонов А.Э., Мильто И.В., Использование магнитных наночастиц в биомедицине – 2008. Том 7, Выпуск 2.

---

© 2016, Петькина Е.Д., Марченко Л.С., Болотов А.А.  
Применение магнитных наночастиц в медицине

---

© 2016, Petkina E.D., Marchenko L.S., Bolotov A.A.  
Use of magnetic nanoparticles in medicine

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.409

Поступила (Received): 24.10.2016

## Пукса А.О., Васильева А.В., Шевченко А.А. OFDM модуляция

**Puksa A.O., Vasileva A.V., Shevchenko A.A.  
OFDM modulation**

В данной статье рассмотрены преимущества и недостатки OFDM модуляции, рассмотрены схемы для создания OFDM сигнала, а также области применения данного типа модуляции в современных стандартах связи  
**Ключевые слова:** OFDM модуляция, схема OFDM, история OFDM

This article discusses the advantages and disadvantages of OFDM modulation, scheme considered OFDM signal to generate, as well as the scope of this type of modulation in modern communication standards  
**Key words:** OFDM modulation, OFDM scheme, OFDM history

### **Пукса Артём Олегович**

Аспирант, инженер-программист 2 категории  
Омский научно исследовательский институт приборостроения;  
Омский государственный технический университет  
г. Омск, ул. Масленикова, 231;  
г. Омск, пр. Мира, 11

### **Puksa Artem Olegovich**

Graduate, Software Engineer 2 categories  
Omsk communications research institute;  
Omsk state technical university  
Omsk, Maslenikova st., 231;  
Omsk, Mira ave., 11

### **Васильева Александра Васильевна**

Аспирант, инженер-программист 2 категории  
Омский научно исследовательский институт приборостроения;  
Омский государственный технический университет  
г. Омск, ул. Масленикова, 231;  
г. Омск, пр. Мира, 11

### **Vasileva Aleksandra Vasilevna**

Graduate, Software Engineer 2 categories  
Omsk communications research institute;  
Omsk state technical university  
Omsk, Maslenikova st., 231;  
Omsk, Mira ave., 11

### **Шевченко Александр Александрович**

Аспирант, инженер-программист 3 категории  
Омский научно исследовательский институт приборостроения;  
Омский государственный технический университет  
г. Омск, ул. Масленикова, 231;  
г. Омск, пр. Мира, 11

### **Shevchenko Aleksandr Aleksandrovich**

Graduate, Software Engineer 3 categories  
Omsk communications research institute;  
Omsk state technical university  
Omsk, Maslenikova st., 231;  
Omsk, Mira ave., 11

OFDM модуляция является одним из популярных способов формирования сигнала, который используется для проектирования систем высокоскоростной передачи данных. Технология была предложена компанией Intersil. Патент был получен Робертом Ченгом в 1970 году. Нас рис. 1 изображена первая схема OFDM. На рисунках 2а и 2б показаны частотные спектры сигналов с

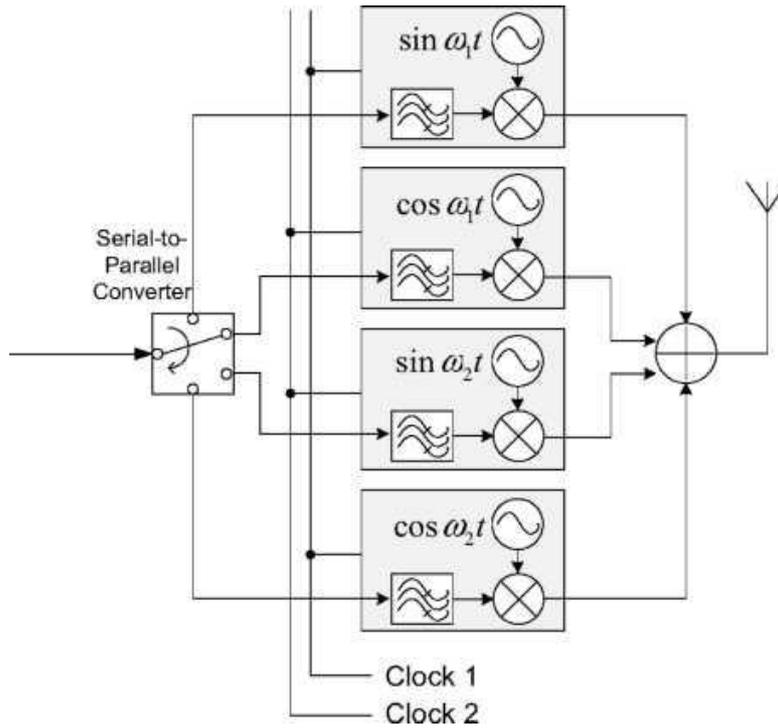


Рис. 1. Первая схема OFDM

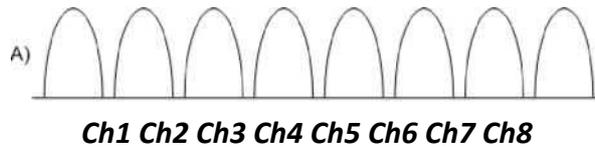


Рис. 2а. Частотный спектр с частотным разделением каналов

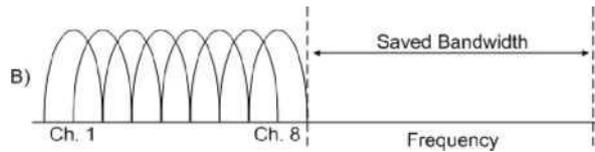


Рис. 2б. Частотный спектр с OFDM

Современная версия передатчика и приёмника OFDM представлены на рисунках 3а и 3б

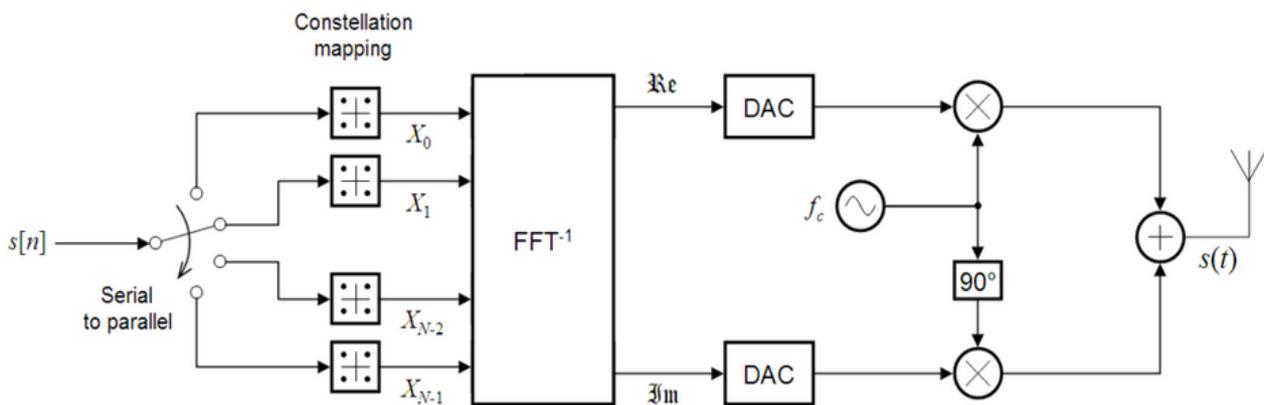


Рис. 3а. Передатчик OFDM

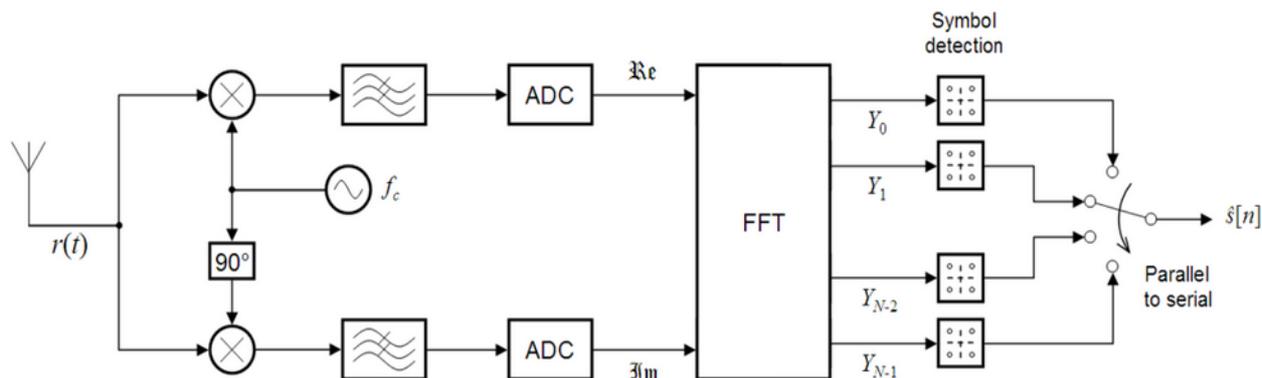


Рис. 3б. Приёмник OFDM

В настоящее время данная технология используется в следующих стандартах связи [2]:

- ADSL;
- DVB-C2, DVB-C;
- IEEE 802.11 и HIPERLAN/2;
- DVB-T, DVB-T2 и ISDB-T;
- DVB-H, DVB-T2, T-DMB, ISDB-T и MediaFLO;
- DRM;
- Flash-OFDM;
- LTE;
- IEEE 802.16 (WiMAX);
- IEEE 802.20, IEEE 802.16e (Mobile WiMAX) and WiBro;
- IEEE 802.15.3a.

Популярность данной технологии связана с её особенностями. Кратко можно выделить следующие основные достоинства и недостатки.

Достоинства OFDM [3]:

- Высокая эффективность использования радиочастотного спектра;
- Простая аппаратная реализация;
- Высокое противостояние межсимвольным помехам;
- Высокое противостояние интерференции между поднесущими;
- Возможность применения различных схем модуляции для каждой поднесущей;

Недостатки:

- Высокая синхронизация времени и частоты;
- Чувствительность к эф. Доплера;
- Высокое значение пик-фактора сигнала;
- Снижение эффективности, из-за использования защитного интервала.

Сигнал каждого подканала модулирован по фазе и амплитуде. Соответственно суммарный сигнал OFDM должен усиливаться высоко линейным усилителем и без искажений (клипирования) передавать максимальные, пиковые значения суммарного сигнала. Пиковые значения сигнала OFDM в несколько десятков раз выше уровня среднего значения сигнала [3].

Одним из главных недостатков OFDM систем является высокий пик-фактор передаваемых сигналов. Он возникает из-за того, что OFDM сигнал состоит из большого числа независимо модулированных по амплитуде и фазе гармоник. При их когерентном (или квазикогерентном) сложении возникают "пики" огибающей, которые характеризуются величиной PAPR (Peak-to-Average Power

Ratio), т.е. отношения пиковой мощности сигнала к его средней мощности. Данный эффект, если с ним не бороться, требует увеличения динамического диапазона устройств АЦП, ЦАП и выходного усилителя мощности. Это приводит к их неоправданному усложнению, а значит, увеличению стоимости аппаратуры в целом. PAPR является основным параметром, определяющим уровень межканальных помех. Для систем OFDM это самый уязвимый показатель. Поэтому эффективное решение проблемы уменьшения PAPR позволит значительно расширить область практического применения OFDM технологии в сотовых системах связи и облегчить их сосуществование с другими технологиями.

**Список используемых источников:**

1. Nick LaSorte, W. Justin Barnes, Hazem H. Refai. *The History of Orthogonal Frequency Division Multiplexing*.
2. Шахнович И.В. *Современные технологии беспроводной связи* – «Техносфера», 2006. 284 с.
3. Ian Poole, *OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplexing Tutorial*, 2009. 230 с.

---

© 2016, Пукса А.О., Васильева А.В., Шевченко А.А.  
OFDM модуляция

---

© 2016, Puksa A.O., Vasileva A.V., Shevchenko A.A.  
OFDM modulation

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.413

Поступила (Received): 24.10.2016

**Пукса А.О., Васильева А.В., Шевченко А.А.  
Метаматериалы как новое перспективное  
направление в науке**

**Puksa A.O., Vasileva A.V., Shevchenko A.A.  
Metamaterials as a promising new direction in science**

*Метаматериал – композиционный материал, освоение которого началось на рубеже XX и XXI веков. Искусственная периодическая структура в составе метаматериала модифицирует его диэлектрическую и магнитную проницаемости, что позволяет управлять законами отражения и преломления электромагнитных волн, дисперсии в метаматериале. Рассмотрены основные резонаторы, применяемые в метаматериалах. Уделено внимание областям применения данных материалов*

**Ключевые слова:** метаматериалы, диэлектрическая проницаемость, магнитная проницаемость, показатель преломления, резонаторы

**Пукса Артём Олегович**

*Аспирант, инженер-программист 2 категории Омский научно исследовательский институт приборостроения;  
Омский государственный технический университет  
г. Омск, ул. Масленикова, 231;  
г. Омск, пр. Мира, 11*

**Васильева Александра Васильевна**

*Аспирант, инженер-программист 2 категории Омский научно исследовательский институт приборостроения;  
Омский государственный технический университет  
г. Омск, ул. Масленикова, 231;  
г. Омск, пр. Мира, 11*

*Metamaterial – composite which development began at a boundary of XX and the XXI centuries. The simulated periodic structure as a part of metamaterial modifies its dielectric and magnetic transmittivities that allows to operate laws of reflection and refraction of electromagnetic waves, dispersions in metamaterial. The main resonators used in metamaterials are considered. The attention is paid to ranges of application of these materials*

**Key words:** metamaterials, dielectric permittivity, magnetic conductivity, index of refraction, resonators

**Puksa Artem Olegovich**

*Graduate, Software Engineer 2 categories Omsk communications research institute;  
Omsk state technical university  
Omsk, Maslenikova st., 231;  
Omsk, Mira ave., 11*

**Vasileva Aleksandra Vasilevna**

*Graduate, Software Engineer 2 categories Omsk communications research institute;  
Omsk state technical university  
Omsk, Maslenikova st., 231;  
Omsk, Mira ave., 11*

**Шевченко Александр Александрович**

Аспирант, инженер-программист 3 категории  
Омский научно исследовательский институт  
приборостроения;

Омский государственный технический  
университет

г. Омск, ул. Масленикова, 231;

г. Омск, пр. Мира, 11

**Shevchenko Aleksandr Aleksandrovich**

Graduate, Software Engineer 3 categories  
Omsk communications research institute;  
Omsk state technical university

Omsk, Maslenikova st., 231;

Omsk, Mira ave., 11

В течение прошедших лет ученые научились производить материалы с необычными оптическими свойствами, так называемые метаматериалы. Их применение – это новое и чрезвычайно перспективное направление в науке. Что это за материалы и что делает их интересными для применения?

Метаматериал – композиционный материал, свойства которого обусловлены не столько свойствами составляющих его элементов, сколько искусственно созданной периодической структурой [1]. Его освоение началось на рубеже XX и XXI веков. Идея о создании нового материала с отрицательным показателем преломления впервые возникла у советского и русского физика Виктора Веселаго. Интересно то, что его статья в журнале «Успехи физических наук» за 1967 г. стала наиболее цитируемой публикацией в истории издания. В своей работе В.Г. Веселаго показал, что рефракция – отклонение электромагнитной волны при прохождении границы раздела двух сред – изменяется в материалах с отрицательным коэффициентом преломления. В условиях, когда оба материала имеют одинаковый знак коэффициента преломления, волна, пересекая границу раздела, появляется на противоположной стороне линии, проходящей перпендикулярно к этой границе (нормаль к поверхности). Однако, если коэффициент преломления у одного материала положительный, а у другого – отрицательный, то волна будет появляться на той же стороне нормали, с которой она подходила к границе раздела [2].

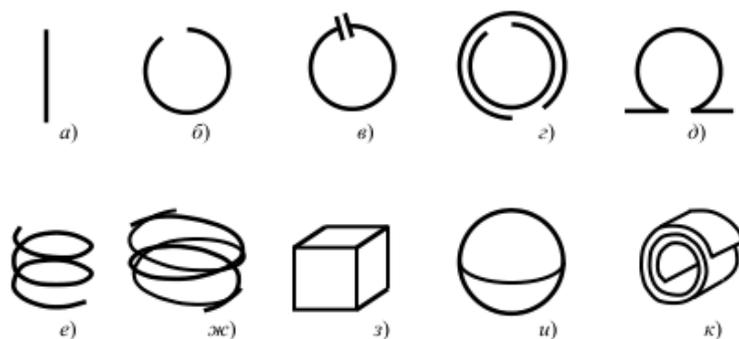
Метаматериалы в природе не существуют. Это объекты, созданные исключительно человеком, позволяющие за счет созданной неоднородности их структуры управлять свойствами света и добиваться захватывающих эффектов. Главная их особенность – отрицательный показатель преломления, который проявляется при одновременной отрицательности диэлектрической и магнитной проницаемостей.

Метаматериалы синтезируются внедрением в исходный природный материал различных периодических структур с самыми различными геометрическими формами, которые модифицируют диэлектрическую  $\epsilon$  и магнитную  $\mu$  восприимчивости исходного материала.

Строительными блоками метаматериалов являются электромагнитные резонаторы, обычно в виде металлических полосок, спиралей, разорванных колец (рис.1) [1].

Изменяя форму, размеры, взаимное расположение резонаторов, можно направленно формировать свойства метаматериалов.

Для всех сред, существующие в природе, лучи падающего и преломленного света находятся по разные стороны от нормали, восстановленной к границе раздела сред в точке преломления.



**Рис. 1. Включения, применяемые при изготовлении метаматериалов: проволока (а), разрезанное кольцо (б), нагруженное кольцо (в), двойное разрезанное кольцо (г),  $\Omega$ -включение (д), спираль (е), бифилярная спираль (сегнетоэлектрические куб (з) и шар (и), рулет (к)**

Хорошо известны природные материалы с отрицательной диэлектрической проницаемостью – это любой металл при частотах выше плазменной частоты. В этом случае  $\epsilon < 0$  достигается за счет того, что свободные электроны в металле экранируют внешнее электромагнитное поле. Гораздо труднее создать материал с  $\mu < 0$ , в природе такие материалы не существуют.

Для достижения  $\mu < 0$  используют систему проводящих колец с зазором, помещенных в переменное магнитное поле.

Д.Р. Смит с сотрудниками сформировали комбинацию структур Дж.В. Пендри с отрицательной диэлектрической и магнитной проницаемостями (рис. 2). Образованная структура обладала отрицательным коэффициентом преломления [3].



**Рис. 2. Комбинация структур с отрицательной диэлектрической и отрицательной магнитной проницаемостями (экспериментальная реализация)**

Метаматериальная структура Дж. Пендри и Д.Р. Смита анизотропна. Она управляет распространением плоских волн, волновой вектор которых параллелен плоскости, вдоль которой сформирована периодическая структура электрических и магнитных моментов [1].

Физики из университета штата Айова и университета Карлсруэ в Германии сумели создать метаматериал с показателем преломления – 0.6 для красного света с длиной волны 780 нм.

Пример того, как как выглядел бы отрицательный показатель преломления для воды (рис.3).

Метаматериалы позволят работать с любыми длинами волн – и для любых целей.



**Рис. 3. Отрицательный показатель преломления для воды**

Потенциальное применение метаматериалов охватывает все области, в которых используется электромагнитное излучение – от космических систем до медицины. Работы области нанофотоники позволяют создать устройства, гораздо быстрее обрабатывающие информацию, чем существующие компьютеры. Благодаря тому, что метаматериалы обладают отрицательным показателем преломления, они идеальны для маскировки объектов, так как их невозможно обнаружить средствами радиолокации.

Основными достижениями с использованием метаматериалов являются: суперлинза; видение сквозь стены; блеф-стена; антизеркало; плащ-невидимка.

В каждой из областей ученые добились хороших достижений, но пока технологии на основе метаматериалов не получили широкого применения в обществе. Основная проблема во всех областях-миниатюризация технологий.

#### **Список используемых источников:**

1. Лагарьков А.Н., Кисель В.Н., Сарычева А.К., Семенов В.Н. *Электрофизика и электродинамика метаматериалов* // ИТПЭ РАН, 2010. С.30
2. Вендик И.Б., Вендик О.Г. *Метаматериалы и их применение в технике сверхвысоких частот* // Санкт-Петербургский электротехнический университет. *Журнал технической физики*, 2013, том 83, вып. 1 С.3-18.
3. Shelby R.A., Smith D.R., Schultz S. // *Science*. 2001. Vol. 292, P. 77–79.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.417

Поступила (Received): 24.10.2016

**Пукса А.О., Васильева А.В., Шевченко А.А.  
Перспективные конструкции фрактальных антенн  
для современных сетей беспроводной связи**

**Puksa A.O., Vasileva A.V., Shevchenko A.A.  
Perspective design of fractal antennas for  
modern wireless networks**

*В статье рассмотрена возможность применения фрактальных антенн в современных беспроводных сетях передачи данных. Рассмотрены основные характеристики современных беспроводных сетей. Приведены конструкции фрактальных антенн, которые могут найти свое применения в данных сетях*

**Ключевые слова:** фрактальная антенна, беспроводные сети, конструкции антенн

**Пукса Артём Олегович**

*Аспирант, инженер-программист 2 категории  
Омский научно исследовательский институт  
приборостроения;  
Омский государственный технический  
университет  
г. Омск, ул. Масленикова, 231;  
г. Омск, пр. Мира, 11*

**Васильева Александра Васильевна**

*Аспирант, инженер-программист 2 категории  
Омский научно исследовательский институт  
приборостроения;  
Омский государственный технический  
университет  
г. Омск, ул. Масленикова, 231;  
г. Омск, пр. Мира, 11*

**Шевченко Александр Александрович**

*Аспирант, инженер-программист 3 категории  
Омский научно исследовательский институт  
приборостроения;  
Омский государственный технический  
университет  
г. Омск, ул. Масленикова, 231;  
г. Омск, пр. Мира, 11*

*The article provides short review of fractal antennas application in modern wireless communication systems. Main features of modern wireless networks are shown. Fractal antenna constructions, which can be used in this networks are given*

**Key words:** fractal antenna, wireless network antenna design

**Puksa Artem Olegovich**

*Graduate, Software Engineer 2 categories  
Omsk communications research institute;  
Omsk state technical university  
Omsk, Maslenikova st., 231;  
Omsk, Mira ave., 11*

**Vasileva Aleksandra Vasilevna**

*Graduate, Software Engineer 2 categories  
Omsk communications research institute;  
Omsk state technical university  
Omsk, Maslenikova st., 231;  
Omsk, Mira ave., 11*

**Shevchenko Aleksandr Aleksandrovich**

*Graduate, Software Engineer 3 categories  
Omsk communications research institute;  
Omsk state technical university  
Omsk, Maslenikova st., 231;  
Omsk, Mira ave., 11*

**Введение.** В настоящее время количество устройств, работающих по беспроводным протоколам передачи данных существенно растёт. Во-первых, это вызвано ростом числа абонентов сетей сотовой связи. Во-вторых, происходит развитие так называемого «Интернета вещей» (Internet of Things, IoT) и систем «умный дом». Такие системы подразумевают наличие под собой большого количества различных устройств, датчиков, выключателей, связанных между собой по беспроводным протоколам.

Современные сети сотовой связи основаны на стандартах LTE и LTE-Advanced. Ожидается, что сети пятого поколения 5G, которые должны появиться к 2020 году будут основаны на дальнейшем развитии этого стандарта. Каковы их особенности? В первую очередь, они являются широкополосными. Стандарт LTE предполагает работу с каналом до 20 МГц, а стандарт LTE-Advanced до 100 МГц при использовании агрегации несущих (Carrier Aggregation) в диапазоне частот от 700 МГц до 4 ГГц. Таким образом, данные сети являются широкополосными и многодиапазонными.

В технологии IoT в основном используются семейства протоколов IEEE 802.11 (более известный, как Wi-Fi) и IEEE 802.15.1 (Bluetooth). Эти сети связи также являются широкополосными. Они, работают в нелицензируемом диапазоне 2,4 ГГц, хотя стандартом Wi-Fi также предусмотрены и некоторые другие диапазоны, например, 5 ГГц.

Наконец стоит также упомянуть недавно разработанный протокол LoRaWAN (Low Range Wide Area Network). Это низкоскоростной протокол обмена информацией для IoT. Он предусматривает передачу данных на расстояния до 30 км и работает в нелицензируемом диапазоне 868 МГц.

Таким образом, можно сделать вывод, что большинство современных сетей являются широкополосными и многодиапазонными. Устройства, работающие в таких сетях, обладают, как правило, небольшими габаритами (если речь идет о мобильных устройствах, например, смартфонах или планшетных компьютерах). Устройства IoT обычно вообще являются миниатюрными. Всё это накладывает определённые требования ко всем компонентам таких устройств, в том числе и к антеннам. Не все классические антенные решения могут удовлетворить этим требованиям. Здесь мы и подходим к относительно новому направлению в антенной технике – фрактальным антеннам. Во-первых, такие антенны могут работать на меньших резонансных частотах по сравнению с классической антенной тех же габаритов [1]. Во-вторых, некоторые типы таких антенн обладают свойствами широкополосности и многодиапазонности [2]. Очевидно, что это открывает перспективы для применения таких антенн в современных устройствах, работающих в беспроводных сетях передачи информации. Рассмотрим наиболее перспективные конструкции таких антенн.

**Фрактальные антенны на основе треугольника Серпинского.** Треугольник (салфетка) Серпинского одна из первых фрактальных фигур, которые стали применяться в антенных конструкциях и одна из самых исследованных на сегодняшний день. На рисунке 1 показан треугольник Серпинского с разным числом итераций.



Рис. 1. Треугольник Серпинского с различным числом итераций

По результатам ряда исследований было установлено, что характеристики таких антенн проявляют логопериодическое поведение. Логопериод равеняется двум, что хорошо согласуется с геометрией антенны, состоящей из подобных друг другу элементов разного масштаба, размеры которых отличаются в  $2^n$  раз.

Наличие логопериодических свойств объясняется тем, что на каждой из рабочих частот, отличающихся друг от друга в 2 раза, наибольший вклад в излучение антенны вносит элемент соответствующего размера. Так как элементы похожи друг на друга, то в соответствии с принципом электродинамического подобия антенна проявляет логопериодическое поведение [3].

**Фрактальные антенны на основе ковра Серпинского.** Ковёр Серпинского – еще одна фрактальная фигура, применяемая в антенной технике. Она схожа по принципу построения с салфеткой Серпинского, только вместо треугольника основным элементом является квадрат. На рисунке 2 изображен ковёр Серпинского с различным числом итераций.

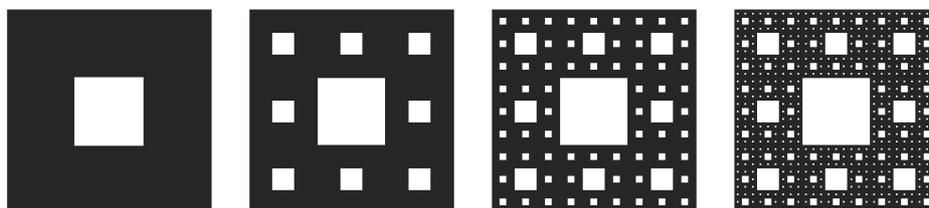


Рис. 2. Ковёр Серпинского с различным числом итераций

Данный тип антенн является менее исследованным, по сравнению с антеннами на основе салфетки Серпинского. Однако наличие схожих элементов разных масштабов также может обеспечить многочастотные свойства такой антенны.

**Многокольцевые антенны.** Многокольцевые антенны в строгом смысле нельзя назвать фрактальными. Такой тип антенн относится скорее к логопериодическим антеннам, однако во многих публикациях их относят к фрактальным [3].

Такие антенны основаны на системе колец переменного толщины и различного радиуса. Наиболее распространены кольцевые антенны, в которых каждое следующее кольцо обладает радиусом в два раза меньше предыдущего. На рисунке 3 изображена такая многокольцевая антенна.



Рис. 3. Многокольцевая антенна

Изменяя такие параметры, как диаметр колец, их толщину, а также коэффициент, определяющий зависимость каждого последующего кольца от предыдущего, можно изменять характеристики антенны в довольно больших пределах.

**Заключение.** В статье были рассмотрены перспективные конструкции фрактальных антенн для современных сетей беспроводной связи. Применяя фрактальные антенны на основе треугольника и квадрата Серпинского, а также многокольцевые структуры, можно получить излучатели, отвечающие всем требованиям современных систем связи.

**Список используемых источников:**

1. Кондратьева А.П. Сравнительные характеристики фрактальных антенн на основе кривых различных типов // Антенны. 2009. №2.
2. Шорохова Е.А., Болотин И.А., Илларионов И.А. Вопросы проектирования и изготовления многодиапазонных фрактальных СВЧ-антенн // Антенны. 2010. №9.
3. Бобрешов А.М., Калашников А.Е., Потапов А.А. Фрактальные антенны // Успехи современной радиоэлектроники. 2010. №7.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.421

Поступила (Received): 24.10.2016

**Старостин Н.П., Тихонов Р.С.**  
**Тепловая диагностика трения при стендовых**  
**испытаниях подшипников скольжения**

**Starostin N.P., Tikhonov R.S.**  
**Thermal diagnostics of friction at tests bench of sliding bearings**

Для оценки эффективности метода тепловой диагностики трения в системе подшипников скольжения сопоставлены значения моментов трения, полученные решением обратной задачи теплообмена и измерением датчиком серийной машины трения

**Ключевые слова:** система подшипников скольжения, тепловая диагностика, обратная задача, момент трения

**Старостин Николай Павлович**

Доктор технических наук, профессор, зав.  
Лабораторией

Институт проблем нефти и газа Сибирского  
отделения РАН

г. Якутск, ул. Автоторожная, 20

**Тихонов Роман Семенович**

Младший научный сотрудник

Институт проблем нефти и газа Сибирского  
отделения РАН

г. Якутск, ул. Автоторожная, 20

To assess the effectiveness of the method thermal diagnostics of friction system of sliding bearings values of frictional moments were compared. The values were obtained by solving the inverse problem of heat transfer and measurement sensor series of friction machines

**Key words:** system of sliding bearings, thermal diagnostic, inverse problem, frictional moment

**Starostin Nikolay Pavlovich**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of  
Laboratory

Institute of oil and gas problems the Siberian branch  
of RAS

Yakutsk, Avtodorozhnaya st., 20

**Tikhonov Roman Semenovich**

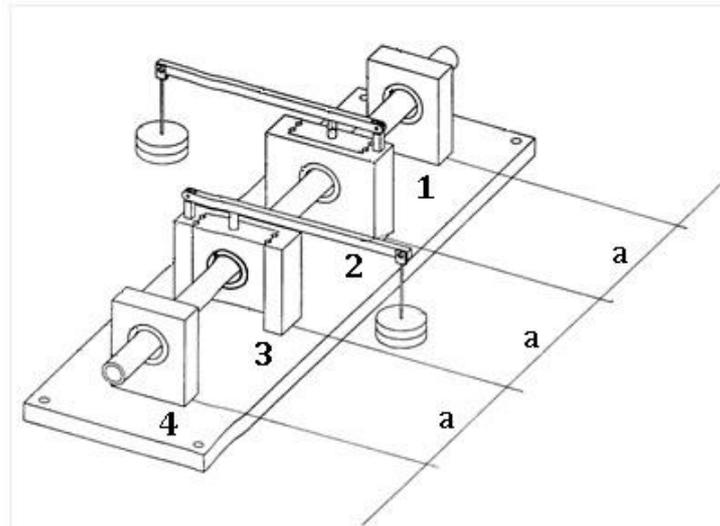
Junior Researcher

Institute of oil and gas problems the Siberian branch  
of RAS

Yakutsk, Avtodorozhnaya st., 20

Полимерные подшипники скольжения имеют широкое применение в различных областях техники – авиационной, легкой промышленности, медицине, сельхозтехнике и др. При проведении стендовых и эксплуатационных испытаний узлов трения практически невозможно получить количественную информацию о моменте трения громоздкими механическими устройствами в силу компактности реальных механизмов. Нами предлагается метод тепловой диагностики трения, позволяющего по температурным данным определять момент силы трения в цилиндрических сопряжениях путем решения граничной обратной задачи [1]. Стендовые испытания проводились на машине трения СМТ-1 в системе из четырех полимерных подшипников скольжения (рис.1), расстояние между которыми составляет 8 см, при постоянной скорости вращения вала с частотой 30 об/мин. Суммарный момент трения регистрировался

торсионным датчиком машины трения. Испытывались подшипники скольжения из антифрикционного композиционного материала Ф4К20 (фторопласта, наполненного на 20% коксом) в виде цилиндрических втулок размером  $\varnothing 26 \times \varnothing 32 \times 20$  мм. Нагрузка, на испытуемые втулки, передается через штыри посредством рычагов, на каждую из которых подвешиваются гири с одинаковым весом. Термопары во втулках устанавливались на расстоянии 0,5 мм от поверхности зоны трения, температуры регистрировались с помощью 16 канального многофункционального модуля АЦП / ЦАП Е-502-Х-У-Д (ЗАО «Л-КАРД») в четырех точках каждого подшипника с частотой 180 Гц.



**Рис. 1. Модуль для испытаний на трение износ антифрикционных полимерных композиционных материалов**

Зависимости теплофизических свойств антифрикционного материала от температуры имеют вид:

$$\lambda_2 = 0,07(T - 100)/150 + 0,35 \text{ (Вт/(м} \cdot \text{°C))},$$

$$C_2 = (6 \cdot 10^{-3}(T - 30) + 3) \cdot 10^6 \text{ (Дж/(м}^3 \cdot \text{°C))},$$

материала вала и корпусов средних подшипников:

$$\lambda_1 = \lambda_3 = 30,5(T - 100)/150 + 55,5 \text{ (Вт/(м} \cdot \text{°C))},$$

$$C_1 = C_3 = (1,2 \cdot 10^{-3}(T - 30) + 3,7) \cdot 10^6 \text{ (Дж/(м}^3 \cdot \text{°C))},$$

материала корпуса крайних подшипников:

$$\lambda_3 = 0,205 \text{ (Вт/(м} \cdot \text{°C))},$$

$$C_3 = 1,911 \cdot 10^6 \text{ (Дж/(м}^3 \cdot \text{°C))}.$$

Коэффициент теплообмена с поверхности вращающегося вала вычислялся по формуле [2]:

$$\alpha_1 = Nu \frac{\lambda_{\text{воз}}}{2R_1}, \quad Nu = 0,95(2Re^2 + Cr)^{0,35}$$

и равнялся 6,32 (Вт/(м<sup>2</sup>·°C)), где  $\lambda_{\text{воз}}$  – коэффициент теплопроводности окружающей среды;  $Re$  – критерий Рейнольдса;  $Cr$  – критерий Грасгофа. Для не-

подвижных свободных поверхностей системы узлов трения коэффициент теплообмена равнялся 20 (Вт/(м<sup>2</sup>·°C)). Температура окружающей среды равна T<sub>0</sub>= 24 °C.

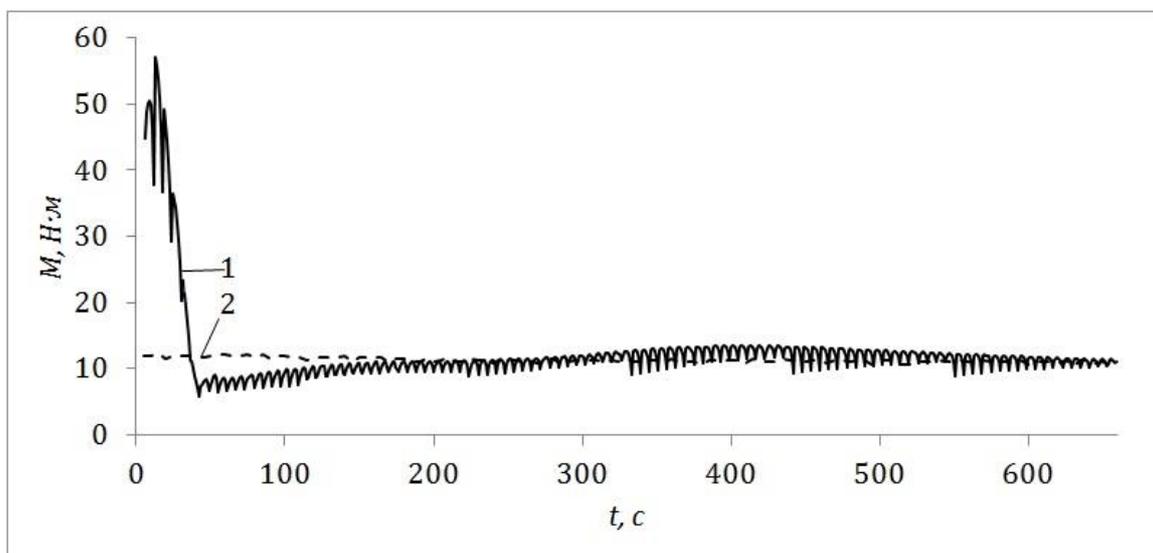
Для упрощения моделирования на одном конце поверхности вала регистрировались значения температуры. Расстояние точки замера до ближайшего подшипника скольжения составляет 0,05 м. Распределение температуры в вале по угловой и радиальной переменной на таком расстоянии от подшипника можно считать однородным и задавать граничное условие первого рода. На другом конце вала задается условие конвективного теплообмена.

Так как кривые измеренных температур имели сильно осциллирующий характер, в промежутке между расчетными значениями времени с шагом 1/18 секунд дополнительно измерялись 10 значений температур для фильтрации медиальным методом. Согласно этому методу значения температур упорядочивались в порядке возрастания, и в качестве значения температуры бралось среднее 5-го и 6-го членов. Тем не менее, после такой обработки остались выраженные осцилляции значений температур. Для снижения уровня осцилляций временные зависимости температур строились с использованием сглаживающих кубических сплайнов [3].

Полученные таким способом температурные данные использовались для восстановления функций удельной интенсивности теплообразования путем решения обратной задачи. Зависимости моментов трения от времени определяются по формуле:

$$M_k(t) = \frac{R_1 d_k}{\Omega(t)} \int_{-\varphi_0}^{\varphi_0} Q_k(\varphi, t) d\varphi.$$

При решении обратной задачи по восстановлению момента трения на каждой итерации решаются три краевые задачи: прямая, сопряженная и для приращений температуры.



**Рис. 2. Временные зависимости суммарных моментов трения: 1- восстановленные по температурным данным; 2 – измеренные торсионным датчиком трения**

На рис. 2 представлено сопоставление зависимостей суммарного момента силы трения, полученных по температурным данным решением обратной задачи и измерением торсионным датчиком машины трения на части отрезка времени испытаний, поскольку поведение кривых со временем не изменяется.

Расхождение расчетных и измеренных значений моментов трения в начале временного интервала обусловлено инерционностью реального теплового процесса, которое не учитывается используемым уравнением теплопроводности. В связи с этим, расчетные значения момента трения в течение 30-40 секунд в начале процесса трения как не информативные могут быть исключены. Тогда расхождение между расчетным и измеренным значениями моментов трения не превышает 10-15 %.

**Список используемых источников:**

1. Старостин Н.П., Тихонов Р.С. Моделирование теплового процесса и восстановление фрикционных тепловыделений в системе полимерных подшипников скольжения по температурным данным // *Тепловые процессы в технике*. 2016. Т. 8, № 3. С. 137-145
2. Кутателадзе С.С. *Основы теории теплообмена*. М.: Атомиздат, 1979. 416 с
3. Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.Л. *Методы сплайн-функций*. Л.-М.: Наука, 1980. 352 с.

---

© 2016, Старостин Н.П., Тихонов Р.С.  
*Тепловая диагностика трения при стендовых  
испытаниях подшипников скольжения*

---

© 2016, Starostin N.P., Tikhonov R.S.  
*Thermal diagnostics of friction at tests bench of  
sliding bearings*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.425

Поступила (Received): 02.10.2016

**Андреева Н.А., Леснова Я.А.****Эпидемиологические особенности папилломавирусной инфекции у женщин Республики Мордовия****Andreeva N.A., Lesnova Ya.A.****Epidemiological features of human papillomavirus infection in women of the Republic of Mordovia**

Статья посвящена исследованию этиологических особенностей возникновения папилломавирусной инфекции у женщин Республики Мордовия, основных клинических проявлений и результатов проведенного лечения

**Ключевые слова:** папилломавирусная инфекция, рак шейки матки, женщины репродуктивного периода, криотерапия

The article investigates the etiological features of appearance of papillomatous infection in women of the Republic of Mordovia, the main clinical manifestations and the results of the treatment

**Key words:** papillomovirusnoy infection, cervical cancer, women of reproductive age, cryotherapy

**Андреева Наталья Анатольевна**

Кандидат медицинских наук, доцент

Мордовский государственный университет им. Н.П.

Огарева

г. Саранск, ул. Большевистская, 68

**Andreeva Natalya Anatolievna**

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor

Mordovia state university named N.P. Ogarev

Saransk, Bolshevidskaya st., 68

**Леснова Яна Александровна**

Врач-интерн

Мордовский государственный университет им. Н.П.

Огарева

г. Саранск, ул. Большевистская, 68

**Lesnova Yana Aleksandrovna**

Doctor-intern

Mordovia state university named N.P. Ogarev

Saransk, Bolshevidskaya st., 68

Папилломавирусная инфекция (ПВИ) урогенитального тракта относится к инфекциям, передаваемым половым путем, и одинаково часто встречается среди мужчин и женщин. Наиболее частым проявлением ПВИ являются аногенитальные бородавки – экзофитные разрастания на внутренних и наружных половых органах, промежности и перианальной области [1]. Эпидемиологические исследования, проводимые во многих странах мира, демонстрируют крайне неблагоприятную ситуацию в отношении распространенности ВПЧ-ассоциированных заболеваний. Так, за последнее десятилетие (2006-2016гг.) в нашей стране средний темп прироста заболеваемости рака шейки матки (РШМ) составил 2,21%, а за 2016 год было зарегистрировано 15427 впервые выявленных случаев РШМ, что соответствует 5,3% в структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями женского населения [2]. В России традиционно наиболее распространенным способом ведения пациентов с аногенитальными

кондиломами продолжает оставаться деструкция очага, к которым можно отнести криотерапию, электрокоагуляцию, лазеровапоризацию. Выбор метода лечения зависит от локализации кондилом, адекватной предварительной диагностики и отсутствия противопоказаний [3]. Рост заболеваемости данной патологией можно связать с отсутствием местных барьерных механизмов защиты, ранним началом половой жизни и большим количеством половых партнеров.

**Цель исследования:** изучить структуру заболеваемости и эффективность лечения комплексной терапией у женщин Республики Мордовия с папилломавирусной инфекцией.

**Материалы и методы исследования:** В исследовании приняли участие 45 женщин репродуктивного возраста Республики Мордовия (от 18 до 45 лет). Всем женщинам в рамках скрининга с целью выявления ВПЧ было проведено комплексное исследование, включающее в себя: сбор анамнеза, визуальный осмотр, расширенную кольпоскопию, цитологическое исследование мазков, ПЦР-диагностику ВПЧ низкого и высокого онкогенного риска, а так же выбор метода лечения.

**Результаты и обсуждения:** Пик инфицирования ВПЧ пришелся на молодой возраст (19-27 лет), что составило 54%. Причем 47% от их числа были незамужем и имели частую смену половых партнеров, что является кофактором инфицирования ВПЧ. Касательно контрацептивного анамнеза, а именно барьерный метод контрацепции, лишь 27% опрошенных женщин использовали барьерный метод с применением презерватива, 15,3% пациенток пользовались гормональным методом контрацепции и 57,7% не имели контрацептивной настороженности во время половых актов. При проведении визуального осмотра аногенитальной области и осмотра шейки матки с помощью влагалищных зеркал, было выявлено наличие клинических форм вируса папилломы человека (ВПЧ) в сочетании с изменениями на влагалищной порции шейки матки. Причем в некоторых случаях данные изменения на шейке матки были клинической находкой, т.е. впервые выявленные, не несущие под собой жалоб и составили, соответственно до 45%. Наиболее часто локализация высыпаний встречается на половых губах (53%), в преддверии влагалища у 15 %, в перианальной области у 4%, на слизистой оболочке шейки матки у 10% и на стенках влагалища у 12%. Высыпания в виде отдельных папул определялись у всех женщин, а в виде "цветной капусты" только у 31 % женщин. Кроме того, у 10 % пациенток имелись трещины и кровоточивость.

При проведении цитологического исследования пациенток в 43,3% случаев признаками папилломавирусного поражения эпителия шейки матки явилось наличие в клетках койлоцитоза в сочетании с дискератозом.

С целью идентификации вируса была проведена ПЦР – диагностика материала, взятого из цервикального канала и уретры. ВПЧ низкого онкогенного риска был выявлен в 23,5% случаев, высокого онкогенного риска в 34,1%.

При назначении комплексного лечения, включающего деструкцию и применение системной и местной противовирусной и иммуномодулирующей терапии, отторжение струпа произошло в течение 3-5 дней у 61% женщин, а через 5-

10 дней – у 38%. Полная эпителизация наступила в течение 7-14 дней у большинства женщин (86 %). ВПЧ высокого онкогенного риска после лечения не выявлялся ни у одной пациентки.

**Вывод:** Результаты проведенного анализа заболеваемости ПВИ свидетельствуют о большом контингенте инфицирования сексуально-активного населения Республики Мордовия, что определяет большую социальную значимость и особую актуальность изучения проблемы ВПЧ. Таким образом, для всех женщин старше 23 лет, даже при отсутствии клинических проявлений и субъективных жалоб, необходим ежегодный скрининг, направленный на определение ДНК ВПЧ методом ПЦР, а также цитологическое исследование цервикальных мазков в рамках профилактики ВПЧ-ассоциированных заболеваний. Назначение комплексной терапии остроконечных кондилом с использованием метода деструкции в сочетании с системной и местной противовирусной и иммуномодулирующей терапией позволяет добиться не только полного регресса высыпаний, но и элиминации ВПЧ высокого онкогенного риска. До начала терапии пациенты должны быть проинформированы о причинах возникновения, различных методах лечения, их эффективности, возможных осложнениях и ограничениях при сексуальной жизни, необходимости адекватной местной терапии после проведения деструкции. Рекомендуются обследование всех половых партнеров, с которыми у пациентки были контакты за последние 6 месяцев. Необходима консультация других специалистов: педиатра при наличии остроконечных кондилом у детей, онкогинеколога при интраэпителиальной неоплазии, уролога при выявлении внутриуретральных бородавок, проктолога при наличии высыпаний в перианальной области.

#### **Список используемых источников:**

1. Кузнецова Ю.Н., Герасимова Н.М., Глазкова Л.К. Латентная папилломавирусная инфекция шейки матки, обусловленная ВПЧ 16-го и 18-го типов // *Инфекции, передаваемые половым путем*. 2012. № 2. С. 31-34.
2. Роговская С.И., Прилепская В.Н., Бебнева Т.Н. Диагностика и лечение заболеваний шейки матки, влагалища и наружных половых органов методами широкополосной радиоволновой хирургии и аргонеплазменной абляции // *Пособие для врачей*. М 2010. С. 44.
3. Роговская С. И., Липовой Е. В. Шейка матки, влагалище, вульва. Физиология, патология, кольпоскопия, эстетическая коррекция // *Status praesens*. 2014. №3 (11). С. 82.

© 2016, Андреева Н.А., Леснова Я.А.  
*Эпидемиологические особенности папилломавирусной инфекции у женщин Республики Мордовия*

© 2016, Andreeva N.A., Lesnova Ya.A.  
*Epidemiological features of human papillomavirus infection in women of the Republic of Mordovia*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.428

Поступила (Received): 03.10.2016

**Байневский А.А., Ратникова Л.И., Шип С.А.  
Ветряная оспа – госпитализации по эпидемическим  
показаниям (случай из практики)**

**Vajnevskij A.A., Ratnikova L.I., Ship S.A.  
Chickenpox – hospitalization by epidemic indications (case study)**

Нередко возникают эпидемические показания к госпитализации больных ветряной оспой. Изучение инфекционных заболеваний студентами медицинских вузов является неотъемлемым условием формирования полноценного клинического мышления будущего врача. В статье приводится случай из практики – больной ветряной оспой, curaцию которого проводил студент Южно-Уральского государственного медицинского университета, отрабатывая свои профессиональные компетенции по дисциплине «инфекционные болезни». Приведен иллюстративный материал (фотографии больного)

**Ключевые слова:** ветряная оспа, госпитализация, эпидемические показания, клинический случай

**Байневский Александр Алексеевич**

Студент

Южно-Уральский государственный медицинский университет

г. Челябинск, ул. Воровского, 64

**Ратникова Людмила Ивановна**

Доктор медицинских наук, профессор, зав.

Кафедрой

Южно-Уральский государственный медицинский университет

г. Челябинск, ул. Воровского, 64

**Шип Степан Александрович**

Кандидат медицинских наук, доцент

Южно-Уральский государственный медицинский университет

г. Челябинск, ул. Воровского, 64

Often there are epidemic indications for hospitalization of patients with chickenpox. The study of infectious diseases medical students is an essential condition for the formation of a full-fledged clinical thinking of the future doctor. The article provides a case study – a sick chicken pox, which carried out the student curation of the South Ural State Medical University, fulfilling their professional competence on discipline "infectious diseases". An illustrative material (pictures of the patient)

**Key words:** chicken pox, hospitalization, epidemic indications, clinical case

**Vajnevskij Alexander Alexeyevich**

Student

South Ural state medical university

Chelyabinsk, Vorovskogo st., 64

**Ratnikova Lyudmila Ivanovna**

Doctor of Medical Sciences, Professor Head of

Department

South Ural state medical university

Chelyabinsk, Vorovskogo st., 64

**Ship Stepan Aleksandrovich**

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor

South Ural state medical university

Chelyabinsk, Vorovskogo st., 64

Ветряная оспа у взрослых чаще протекает в среднетяжелой форме с наличием продрома, обильной экзантемы с пустуляцией, вовлечением в процесс

слизистых оболочек, длительным лихорадочным периодом, моноклеарной реакцией, формированием осложнений у каждого десятого больного [1]. Возбудителем ветряной оспы является *Varicella zoster virus (VZV)* – представитель семейства *Herpes Viridae*, подсемейства *Alphaherpesvirinae*. VZV принадлежит этиологическая роль в развитии двух различных нозологических форм – ветряной оспы (*varicella*) и опоясывающего герпеса (*herpes zoster*) [2].

Отработка практических навыков крайне важна для формирования профессиональных компетенций будущего специалиста [3,4,5]. Особенно ценно правильное владение практическими навыками для обучающихся в медицинских вузах, т.к. от его качества зависят жизнь и здоровье их будущих пациентов [6,7]. Изучение инфекционных заболеваний студентами медицинских вузов является неотъемлемым условием формирования полноценного клинического мышления будущего врача [8].

В статье приводится случай из практики – больной ветряной оспой, курацию которого проводил студент Южно-Уральского государственного медицинского университета, отрабатывая свои профессиональные компетенции по дисциплине «инфекционные болезни».

**СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ:** Больной М., возраст 21 год, студент 3 курса, проживающий в общежитии.



**Рис.1. Внешний вид больного М., характер экзантемы**

**ЖАЛОБЫ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ** (на 18 окт.; 3-й день болезни): общая слабость, полиморфная сыпь на лице, волосистой области головы, туловище, температура тела – 37,8°C.

**АНАМНЕЗ НАСТОЯЩЕГО ЗАБОЛЕВАНИЯ:** 16 окт. появилась общая слабость, сыпь на лице и туловище. 17 окт. температура тела поднялась до 38,5°C, появилась полиморфная сыпь на лице, туловище, волосистой части головы, верхних конечностях. Начал самостоятельно принимать ацикловир 800мг х 4р/сут. внутрь, обрабатывал сыпь фукорцином (краска Кастеллани). 18 окт. госпитализирован в инфекционное отделение.

**ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАМНЕЗ:** Проживает в общежитии коридорного типа. Отмечает контакт с больным ветряной оспой за неделю до начала заболевания. Ветряной оспой болел в детстве.

**АНАМНЕЗ ЖИЗНИ:** Перенесенные заболевания: ОРВИ, ОРЗ, ветряная оспа. Операции: правосторонняя паховая грыжа врожденная. Аллергоанамнез: неотягощен. Гемотрансфузии не было, употребление наркотиков отрицает.

**ОБЪЕКТИВНЫЙ СТАТУС:** На коже лица, волосистой части головы, туловища и конечностей – обильная папулезно-везикулезная сыпь (см. рис.). На слизистой оболочке ротоглотки – единичные элементы везикулезного и эрозивного характера. Шейные лимфатические узлы – увеличенные, безболезненные, диаметр: 1,0-1,5 см. ЧД 16 в мин.; ЧСС 74 уд/мин.; АД 120/70 мм рт ст.; температура тела 37,7°C.

**КЛИНИЧЕСКИЙ ДИАГНОЗ:** «Ветряная оспа, средней степени тяжести».

**ДАННЫЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ:** Общий анализ крови: WBC:  $4,0 \times 10^9/L$ ; RBC:  $5,09 \times 10^{12}/L$ ; HGB: 14,2 g/dL; HCT: 0,427; LYM#:  $1,7 \times 10^9/L$ ; NEUT#:  $1,7 \times 10^9/L$ . Биохимический анализ крови: мочевины: 2,9 ммоль/л; глюкоза: 4,9 ммоль/л; креатинин: 94 мкмоль/л; билирубин общий: 11,1 мкмоль/л; АСАТ: 17 ЕД/л; АЛАТ: 11 ЕД/л. Общий анализ мочи: удельный вес: 1018, белок: не обн.; плоские эпителии: 2-3 в п.зр.; лейкоциты: 0-1 в п.зр.

**ЛЕЧЕНИЕ В СТАЦИОНАРЕ:** Ацикловир 800мг 5р/д per os; обработка элементов сыпи 1% р-ром бриллиантового зеленого.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ КУРАТОРА КАСАТЕЛЬНО ПАЦИЕНТА:** В процессе проводимого лечения – состояние больного с положительной динамикой: лихорадка купирована в течение 2 сут.; новые элементы сыпи «подсыпали» 3-4 сут.; осложнений не развилось. При условии отсутствия появления новых элементов сыпи на протяжении 5 дней (окончание периода заразности) пациент может быть выписан из инфекционного отделения. Основным показанием к госпитализации данного пациента в инфекционный стационар явился факт проживания больного в общежитии, т.к. ведущий синдром – интоксикационный – был выражен умеренно.

#### **Список используемых источников:**

1. Сергеева И.В., Липнягова С.В., Бекерт А.И., Левицкий С.В., Борисов А.Г. Современные особенности течения ветряной оспы // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5. С. 202.
2. Сабитов А.У., Фомин В.В., Шарова А.А. Иммунопатогенез ветряной оспы // Уральский медицинский журнал. 2013. № 6 (111). С. 8-14.

3. Ратникова Л.И., Шип С.А., Мисюкевич Н.Д. Лекции в техническом вузе – нужны ли они студентам? // *Образование и воспитание*. 2016. № 2 (7). С. 71-75.
4. Шип С.А., Мисюкевич Н.Д., Ратникова Л.И. Лекция – основная форма учебного процесса в вузе, ее востребованность среди студентов гуманитарных специальностей // *Известия высших учебных заведений. Уральский регион*. 2016. № 1. С. 97-102.
5. Шип С.А., Ратникова Л.И. Расширенные видеолекции (РАВИЛ) -инновационный метод повышения качества образования // В сборнике: *Оптимизация высшего медицинского и фармацевтического образования: менеджмент качества и инновации Материалы IV Всероссийской (VII внутривузовской) научно-практической конференции*. 2016. С. 155-158.
6. Ратникова Л.И., Шип С.А., Мисюкевич Н.Д. Лекции в медицинском вузе – нужны ли они студентам? // *Педагогика высшей школы*. 2016. № 1 (4). С. 100-104.
7. Шип С.А. Расширенные видеолекции (РАВИЛ) в учебном процессе кафедры инфекционных болезней ЮУГМУ как способ организации дистанционного образования // В сборнике: *Материалы VII международной (XIV итоговой) научно-практической конференции молодых ученых 2016*. С. 104-106.
8. Ратникова Л.И., Шип С.А. Востребованность расширенных видеолекций в непрерывном медицинском образовании по специальности «инфекционные болезни» // *Непрерывное медицинское образование и наука*. 2016. Т. 11. № 2. С. 17-20.

---

© 2016, Байневский А.А., Ратникова Л.И., Шип С.А.  
Ветряная оспа – госпитализации по эпидемическим показателям (случай из практики)

---

© 2016, Bajnevskij A.A., Ratnikova L.I., Ship S.A.  
Chickenpox – hospitalization by epidemic indications (case study)

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.432

Поступила (Received): 03.10.2016

**Батухтин П.А., Ратникова Л.И., Шип С.А.  
Ветряная оспа – госпитализации по клиническим и  
эпидемическим показаниям (случай из практики)**

**Batuhtin P.A., Ratnikova L.I., Ship S.A.  
Chickenpox – hospitalization by clinical and  
epidemic indications (case study)**

Зачастую у больных ветряной оспой возникают одновременно и клинические, и эпидемические показания к госпитализации. Для будущего специалиста, обучающегося в системе высшего образования, крайне важна отработка практических навыков, которые служат основой формирования профессиональных компетенций. В статье приводится случай из практики – больной ветряной оспой, курацию которого проводил студент Южно-Уральского государственного медицинского университета, отрабатывая свои профессиональные компетенции по дисциплине «инфекционные болезни». Приведен иллюстративный материал (фотографии больного)

**Ключевые слова:** ветряная оспа, госпитализация, эпидемические показания, клинические показания, клинический случай

**Батухтин Павел Андреевич**

Студент

Южно-Уральский государственный медицинский университет

г. Челябинск, ул. Воровского, 64

**Ратникова Людмила Ивановна**

Доктор медицинских наук, профессор, зав.

Кафедрой

Южно-Уральский государственный медицинский университет

г. Челябинск, ул. Воровского, 64

**Шип Степан Александрович**

Кандидат медицинских наук, доцент

Южно-Уральский государственный медицинский университет

г. Челябинск, ул. Воровского, 64

Often in patients with chickenpox occur both clinical and epidemic indications for hospitalization. To the future specialist, student in higher education is extremely important development of practical skills that are the basis of formation of professional competence. The article provides a case study – a sick chicken pox, which carried out the student curation of the South Ural State Medical University, fulfilling their professional competence on discipline "infectious diseases". An illustrative material (pictures of the patient)

**Key words:** chicken pox, hospitalization, epidemic indications, clinical indications, clinical case

**Batuhtin Pavel Andreevich**

Student

South Ural state medical university

Chelyabinsk, Vorovskogo st., 64

**Ratnikova Lyudmila Ivanovna**

Doctor of Medical Sciences, Professor Head of Department

South Ural state medical university

Chelyabinsk, Vorovskogo st., 64

**Ship Stepan Aleksandrovich**

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor

South Ural state medical university

Chelyabinsk, Vorovskogo st., 64

При ветряной оспе у взрослых высыпания часто бывают массивными, сопровождаются повышением температуры тела, общетоксическими явлениями, сильным зудом. Несмотря на низкий уровень заболеваемости ветряной оспой взрослых, риск возникновения у них тяжелых осложнений и даже летальных исходов выше, чем у детей [1].

Ветряная оспа – одна из наиболее широко распространенных высококонтагиозных инфекций. Заболевание характерно для детского возраста, однако нередко возникает у взрослых. Широкое распространение ветряной оспы у детей делает их основным источником заражения взрослых. Ветряная оспа у взрослых чаще протекает в среднетяжелой форме [2].

Для будущего специалиста, обучающегося в системе высшего образования, крайне важна отработка практических навыков, которые служат основой формирования профессиональных компетенций [3,4,5]. Принципиально важно владение практическими навыками для обучающихся в медицинских вузах, что служит гарантией качества здоровья для их будущих пациентов [6,7]. Дисциплина «инфекционные заболевания» является обязательной в программе обучения студентов медицинских вузов; без ее освоения невозможно формирование специалиста системы здравоохранения высокой квалификации [8].

Ниже приводится случай из практики – больной ветряной оспой, на примере которого студент Южно-Уральского государственного медицинского университета отрабатывал свои профессиональные компетенции по дисциплине «инфекционные болезни», оценивая в числе прочих – показания к госпитализации в инфекционный стационар.

**СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ:** Больной Р., 18 лет, студент университета, проживающий в общежитии.

**ЖАЛОБЫ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ** (на 10 окт.; 3-й день болезни): общая слабость, высыпания на волосистой области головы, лице, верхних конечностях и туловище, температура тела – 39°C.

**АНАМНЕЗ НАСТОЯЩЕГО ЗАБОЛЕВАНИЯ:** Заболел остро 8 окт. – отмечает появление слабости, озноба. Температуру тела не измерял. 9 окт. появилась сыпь на волосистой части головы, лице, туловище, кожный зуд в местах высыпаний. 10 окт. – высыпания на верхних конечностях; 10 окт. – обратился за врачебной помощью. В тот же день был госпитализирован в 1-е инфекционное отделение ГKB №8.

**ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАМНЕЗ:** Проживает в общежитии. Контакта с больными ветряной оспой не отмечает. Ветряной оспой не болел.

**ОБЪЕКТИВНЫЙ СТАТУС:** Общее состояние удовлетворительное, сознание – ясное, ориентирован в месте и пространстве. Кожные покровы влажные, теплые. Сыпь – обильная, макуло-папулезно-везикулярная на волосистой части головы, лице, туловище, верхних конечностях, слизистой полости рта; полиморфная (см. рис. 1-3). Слизистая оболочка полости рта – гиперемирована. Печень и селезенка – не увеличены. Менингеальные симптомы – отрицательные. ЧД 16 в мин.; ЧСС 94 уд/мин.; АД 120/70 мм рт ст.; температура тела 39,4°C.

СОСТОЯНИЕ БОЛЬНОГО В ДИНАМИКЕ: лихорадка купирована в течение 4 сут.; новые элементы сыпи продолжали «подсыпаться» 4 сут.; осложнений не развилось.



*Рис. 1. Полиморфная сыпь на лице и волосистой части головы, обработанная раствором бриллиантового зелёного*



*Рис. 2. Полиморфная сыпь на шее и туловище, обработанная раствором бриллиантового зелёного*



**Рис. 3. Полиморфная сыпь на боковой поверхности туловища**

**ДАННЫЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ:** Общий анализ крови: WBC:  $4,3 \times 10^9/L$ ; RBC:  $5,18 \times 10^{12}/L$ ; LYM#:  $0,8 \times 10^9/L$ ; NEUT#:  $2,6 \times 10^9/L$ . Биохимический анализ крови: мочевины: 6,4 ммоль/л; глюкоза: 5,8 ммоль/л; креатинин: 103 мкмоль/л; билирубин общий: 13,5 мкмоль/л; АСАТ: 37 ЕД/л; АЛАТ: 26 ЕД/л. Общий анализ мочи: удельный вес: 1022, белок: 0,033 г/л; плоские эпит. кл.: 7-10 в п.зр.; лейкоциты: 1-2 в п.зр, сахар – отр.

**КЛИНИЧЕСКИЙ ДИАГНОЗ:** «Ветряная оспа, средней степени тяжести».

**ЛЕЧЕНИЕ В СТАЦИОНАРЕ:** Ацикловир 800мг 5р/д per os; обработка элементов сыпи 1% р-ром бриллиантового зеленого; цефтриаксон 2,0 x 2р./сут.; обработка слизистой рта раствором хлоргексидина; лоратадин 1таб. x 2р./сут.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ КУРАТОРА КАСАТЕЛЬНО ПАЦИЕНТА:** При условии отсутствия появления новых элементов сыпи на протяжении 5 дней (окончание периода заразности) пациент может быть выписан из инфекционного отделения. Основания к госпитализации пациента в инфекционный стационар: клинические (среднетяжелое течение, лихорадка до  $39,4^{\circ}C$ ) и эпидемические (проживание в общежитии).

**Список используемых источников:**

1. Кузьмина Т.Ю., Тихонова Ю.С., Тихонова Е.П., Бабушкин А.О., Андропова Н.В. Особенности течения ветряной оспы у взрослых // Сибирское медицинское обозрение. 2013. № 2 (80). С. 72-76.
2. Якубович О.А., Ванюшкина А.П. Клинико-эпидемиологическая характеристика ветряной оспы у лиц в возрасте старше 18 лет // Научные стремления. 2014. № 4. С. 114-119.

3. Шип С.А., Мисюкевич Н.Д., Ратникова Л.И. Лекция – основная форма учебного процесса в вузе, ее востребованность среди студентов гуманитарных специальностей // Известия высших учебных заведений. Уральский регион. 2016. № 1. С. 97-102.
4. Ратникова Л.И., Шип С.А., Мисюкевич Н.Д. Лекции в техническом вузе – нужны ли они студентам? // Образование и воспитание. 2016. № 2 (7). С. 71-75.
5. Шип С.А., Ратникова Л.И. Расширенные видеолекции (РАВИЛ) -инновационный метод повышения качества образования // В сборнике: Оптимизация высшего медицинского и фармацевтического образования: менеджмент качества и инновации Материалы IV Всероссийской (VII внутривузовской) научно-практической конференции. 2016. С. 155-158.
6. Ратникова Л.И., Шип С.А., Мисюкевич Н.Д. Лекции в медицинском вузе – нужны ли они студентам? // Педагогика высшей школы. 2016. № 1 (4). С. 100-104.
7. Шип С.А. Расширенные видеолекции (РАВИЛ) в учебном процессе кафедры инфекционных болезней ЮУГМУ как способ организации дистанционного образования // В сборнике: Материалы VII международной (XIV итоговой) научно-практической конференции молодых ученых 2016. С. 104-106.
8. Ратникова Л.И., Шип С.А. Востребованность расширенных видеолекций в непрерывном медицинском образовании по специальности «инфекционные болезни» // Непрерывное медицинское образование и наука. 2016. Т. 11. № 2. С. 17-20.

---

© 2016, Батухтин П.А., Ратникова Л.И., Шип С.А.  
Ветряная оспа – госпитализации по клиническим и  
эпидемическим показаниям (случай из практики)

---

© 2016, Batuhtin P.A., Ratnikova L.I., Ship S.A.  
Chickenpox – hospitalization by clinical and epidemic  
indications (case study)

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.437

Поступила (Received): 03.10.2016

**Батухтин П.А., Ратникова Л.И., Шип С.А.  
Инфекционный мононуклеоз – причина  
длительной лихорадки (случай из практики)**

**Batuhtin P.A., Ratnikova L.I., Ship S.A.  
Infectious mononucleosis – the cause of  
prolonged fever (case study)**

Актуальность инфекционного мононуклеоза обусловлена, в числе прочего, особенностями течения инфекции. Приведен случай из практики, когда инфекционный мононуклеоз (Эпштейн-Барр вирусная инфекция) выступал причиной длительной лихорадки у пациентки 17 лет. Курацию осуществлял студент Южно-Уральского государственного медицинского университета, демонстрируя свои профессиональные компетенции по дисциплине «инфекционные болезни». Приведен иллюстративный материал (фотографии больного)

**Ключевые слова:** инфекционный мононуклеоз, Эпштейн-Барр вирусная инфекция, длительная лихорадка, клинический случай

**Батухтин Павел Андреевич**

Студент

Южно-Уральский государственный медицинский университет

г. Челябинск, ул. Воровского, 64

**Ратникова Людмила Ивановна**

Доктор медицинских наук, профессор, зав.

Кафедрой

Южно-Уральский государственный медицинский университет

г. Челябинск, ул. Воровского, 64

**Шип Степан Александрович**

Кандидат медицинских наук, доцент

Южно-Уральский государственный медицинский университет

г. Челябинск, ул. Воровского, 64

*The relevance of infectious mononucleosis is caused by, among other things, the characteristics of the course of infection. An case study where infectious mononucleosis (Epstein-Barr virus infection) advocated the cause of prolonged fever in a patient 17 years. Supervision carried out the student of the South Ural State Medical University, demonstrating their professional competence on discipline "infectious diseases". An illustrative material (pictures of the patient)*

**Key words:** infectious mononucleosis, Epstein-Barr virus infection, prolonged fever, a clinical case

**Batuhtin Pavel Andreevich**

Student

South Ural state medical university

Chelyabinsk, Vorovskogo st., 64

**Ratnikova Lyudmila Ivanovna**

Doctor of Medical Sciences, Professor Head of

Department

South Ural state medical university

Chelyabinsk, Vorovskogo st., 64

**Ship Stepan Aleksandrovich**

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor

South Ural state medical university

Chelyabinsk, Vorovskogo st., 64

Актуальность инфекционного мононуклеоза обусловлена не только широкой циркуляцией возбудителя среди населения и специфической тропностью

его к иммунокомпетентным клеткам, но и особенностями течения инфекции, ограниченностью средств специфической профилактики и этиотропной терапии [1]. В настоящее время нет сомнений в актуальности проблемы инфекционного мононуклеоза и необходимости его более глубокого изучения [2].

Практические навыки крайне важны для формирования профессиональных компетенций будущего врача [3,4,5]. Правильное владение практическими навыками для обучающихся в медицинских вузах особенно важно, т.к. от их качества зависят жизнь и здоровье их пациентов [6,7]. Неотъемлемым условием формирования полноценного клинического мышления будущего врача является изучение инфекционных заболеваний [8].

Приведен случай из практики, когда инфекционный мононуклеоз выступил причиной длительной лихорадки у пациентки 17 лет, что в очередной раз подтверждает актуальность данного инфекционного заболевания. Курацию проводил студент Южно-Уральского государственного медицинского университета, отрабатывая свои профессиональные компетенции по дисциплине «инфекционные болезни».

**СЛУЧАЙ ИЗ ПРАКТИКИ:** Больная С., возраст – 17 лет, учащаяся школы. Поступила 29.09.2016 в экстренном порядке.

**ЖАЛОБЫ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ:** Общая слабость, длительная фебрильная лихорадка, боли в горле, усиливающиеся при глотании.

**АНАМНЕЗ НАСТОЯЩЕГО ЗАБОЛЕВАНИЯ:** Заболела остро 14.09.16, когда отметила появление боли в горле при глотании, общую слабость, повышение температуры 37,2-37,8°C. За медицинской помощью в лечебное учреждение не обращалась (мама пациентки – врач), лечилась самостоятельно (таб. азитромицин), но без эффекта. Впервые обратилась на амбулаторный прием к врачу 20.09.16. Принимала амбулаторно, согласно назначениям – амоксицилин в течение 7 дней. 27.09.16 отмечает усиление боли в горле. 29.09.16 госпитализирована в 4 инфекционное отделение ГKB №8. На протяжении всего догоспитального периода, на протяжении 2-х недель пациентка отмечает повышенную температуру тела на уровне 38-39,5°C, с непродолжительным эффектом от приема жаропонижающих средств.

**ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАМНЕЗ:** Проживает в благоустроенной квартире. Отмечает контакт с больным ОРВИ в школе. Привита от дифтерии. В семье все здоровы.

**ОБЪЕКТИВНЫЙ СТАТУС:** Общее состояние – средней степени тяжести. Сознание ясное. Температура 38-38,5°C. Кожные покровы чистые. Подчелюстные и шейные лимфоузлы увеличены до 1,5-2 см, умеренно болезненные при пальпации, уплотненные. Дыхание в легких везикулярное, хрипов нет. ЧДД-20 в мин. Тоны сердца ясные, ритмичные. ЧСС-72 уд./мин. АД-110/70 мм.рт.ст. Язык чистый, влажный. Живот мягкий, безболезненный. Печень и селезенка пальпаторно не увеличены, безболезненны. Симптом поколачивания отрицательный с обеих сторон. Стул, диурез в норме.

**STATUS LOCALIS:** Слизистая зева гиперемирована, миндалины увеличены до 2 степени, в лакунах гнойные налеты, легко снимаются шпателем (см. рис.).

**ДАННЫЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ:**

Общий анализ крови: WBC:  $12,3 \times 10^9/L$ ; LYM#:  $8,39 \times 10^9/L$ ; LYM%-72,2%. Общий анализ мочи: с/ж, уд.вес – 1022, мутная, белок – 0,066 г/л, ацетон +, сахар-; эпителиальные клетки: плоские-34, полиморфные-68, лейкоциты 0-1. Биохимический анализ крови: АСТ-103 ЕД/л, АЛТ-196 ЕД/л, билирубин общий – 11,7 мкмоль/л, прямой – 3 мкмоль/л; АСЛО – отриц. Рентгенография органов грудной клетки – без видимой патологии, легочный рисунок диффузно усилен по сосудистому типу. ЭКГ: синусовый ритм с ЧСС 85 уд/мин.; эл. систола в норме. Иммунологическое исследование – ИФА на вирус Эпштейна-Барр (ВЭБ): анти-VCA IgM – обнаружен, КП 6.5. Мазок из зева и носа на дифтерию – культура не выделена.



*Рис. Гипертрофия и увеличение нёбных миндали, гнойные налеты*

**КЛИНИЧЕСКИЙ ДИАГНОЗ:** «Инфекционный мононуклеоз, средней степени тяжести».

**ЛЕЧЕНИЕ В СТАЦИОНАРЕ:** Полоскание зева р-ром хлоргексидина, цефтриаксон 2.0\*2р/день в/м на 0.5% 5.0 новокаине, жаропонижающие средства.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ КУРАТОРА КАСАТЕЛЬНО ПАЦИЕНТА:** В процессе проводимого лечения – состояние больного с положительной динамикой: лихорадка нормализовалась в течение 5 сут.; гнойные налеты на миндалинах купированы; гипертрофия миндалин 1-2 степени. При условии клинического выздоровления и отсутствии выраженных отклонений от референсных значений в лабораторных анализах и исследованиях пациентка может быть выписана из инфекционного отделения.

*Список используемых источников:*

1. Иванова В.В., Шилова И.В., Симованьян Э.Н., Хмилевская С.А., Зайцева И.А. Новые данные об инфекционном мононуклеозе // *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2006. Т. 51. № 6. С. 44-50.
2. Тюняева Н.О., Софронова Л.В. Инфекционный мононуклеоз: этиологические факторы, проблемы диагностики и лечения (научный обзор) // *Вестник новых медицинских технологий*. 2014. Т. 21. № 3. С. 184-190.
3. Ратникова Л.И., Шип С.А., Мисюкевич Н.Д. Лекции в техническом вузе – нужны ли они студентам? // *Образование и воспитание*. 2016. № 2 (7). С. 71-75.
4. Шип С.А., Мисюкевич Н.Д., Ратникова Л.И. Лекция – основная форма учебного процесса в вузе, ее востребованность среди студентов гуманитарных специальностей // *Известия высших учебных заведений. Уральский регион*. 2016. № 1. С. 97-102.
5. Шип С.А., Ратникова Л.И. Расширенные видеолекции (РАВИЛ) -инновационный метод повышения качества образования // В сборнике: *Оптимизация высшего медицинского и фармацевтического образования: менеджмент качества и инновации Материалы IV Всероссийской (VII внутривузовской) научно-практической конференции*. 2016. С. 155-158.
6. Ратникова Л.И., Шип С.А., Мисюкевич Н.Д. Лекции в медицинском вузе – нужны ли они студентам? // *Педагогика высшей школы*. 2016. № 1 (4). С. 100-104.
7. Шип С.А. Расширенные видеолекции (РАВИЛ) в учебном процессе кафедры инфекционных болезней ЮУГМУ как способ организации дистанционного образования // В сборнике: *Материалы VII международной (XIV итоговой) научно-практической конференции молодых ученых 2016*. С. 104-106.
8. Ратникова Л.И., Шип С.А. Востребованность расширенных видеолекций в непрерывном медицинском образовании по специальности «инфекционные болезни» // *Непрерывное медицинское образование и наука*. 2016. Т. 11. № 2. С. 17-20.

---

© 2016, Батухтин П.А., Ратникова Л.И., Шип С.А.  
Инфекционный мононуклеоз – причина длительной  
лихорадки (случай из практики)

---

© 2016, Batuhitin P.A., Ratnikova L.I., Ship S.A.  
Infectious mononucleosis – the cause of prolonged  
fever (case study)

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.441

Поступила (Received): 27.10.2016

**Бугримов Д.Ю., Красноруцкая О.Н.**  
**Оценка клинической эффективности репарации**  
**эпителия шейки матки после петлевой конизации**

**Bugrimov D.Yu., Krasnorutckaja O.N.**  
**Clinical efficacy repair the cervical epithelium after Loop conization**

Цель настоящего исследования изучить, как использование агониста Toll-like receptors 9 (TLR 9) в послеоперационном периоде после петлевой радиоволновой эксцизии шейки матки, выполненной по поводу цервикальной интраэпителиальной неоплазии, влияет на процесс репарации тканей шейки матки  
**Ключевые слова:** репарация, шейка матки, онкология

The aim of this study to explore the use of the agonist Toll-like receptors 9 (TLR 9) in the postoperative period after the LEEP, performed for cervical intraepithelial neoplasia, influences the process tissue repair cervix

**Key words:** repair, cervix, cancer

**Бугримов Даниил Юрьевич**  
Кандидат медицинских наук, доцент, директор  
Воронежский государственный медицинский  
университет им. Н.Н. Бурденко  
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

**Bugrimov Daniil Yurievich**  
Candidate of Medical Sciences, Associate Professor,  
Director  
Voronezh state medical university named N.N.  
Burdenko  
Voronezh, Studencheskaja st., 10

**Красноруцкая Ольга Николаевна**  
Кандидат медицинских наук, доцент  
Воронежский государственный медицинский  
университет им. Н.Н. Бурденко  
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

**Krasnorutckaja Olga Nikolaevna**  
Candidate of Medical Sciences, Associate Professor  
Voronezh state medical university named N.N.  
Burdenko  
Voronezh, Studencheskaja st., 10

На сегодняшний день рак шейки матки (РШМ), несмотря на обстоятельно разработанные и достаточно широко внедрённые скрининговые программы, во многих странах мира продолжает оставаться одним из самых распространённых онкологических заболеваний женских половых органов [1,2]. Правильное ведение пациенток с цервикальной интраэпителиальной неоплазией (ЦИН, CIN) является важным компонентом профилактики РШМ. Ошибки тактики лечения могут увеличить риск РШМ с одной стороны, и риск осложнений от избыточного вмешательства, таких как риск преждевременных родов, с другой [3,4]. Возможными осложнениями после деструктивного воздействия на шейку матки являются гиперпластические процессы, к которым можно отнести железистую и железисто-кистозную гиперплазии, образование гранулем и гранулезной ткани, формирование рубцовой ткани. Эти осложнения чаще обусловлены

воспалительным процессом и, как следствие, нарушением регенеративных процессов [5].

В исследование были включены 70 пациенток с цервикальной интраэпителиальной неоплазией (CIN II-III), которые соответствовали критериям включения/исключения. Произведена независимая одномоментная рандомизация пациенток на две репрезентативные исследуемые группы:

– Пациентки основной группы 1 (n=36) в послеоперационном периоде получали в качестве иммуномодулирующего препарата с репаративным эффектом Деринат, раствор для внутримышечного введения 15 мг/мл по 5 мл (75 мг) 1 раз в сутки через 24 часа в течение 10 дней, 10 инъекций на курс.

– Пациенткам контрольной группы 2 (n=34) в послеоперационном периоде не назначали какие-либо медикаментозные препараты.

Критериями включения пациенток в исследование были результаты PAP – теста HSIL и LSIL, и титр ПЦР к ВПЧ высокого онкогенного риска более 3,0.

Оценка эффективности лечения проводилась на основании динамики заживления послеоперационной раны по данным осмотра шейки матки в зеркалах Куско и по данным кольпоскопии/цитологии.

В процессе установления диагноза всем пациенткам были выполнены обычные цитология и кольпоскопия, ПЦР – тестирование на вирус папилломы человека (ВПЧ). Для цитологической оценки мазка использована классификация Bethesda system 2001 [23]. Забор материала для цитологического исследования производился цитощёткой «Cytobrush Plus® GT».

LEEP была осуществлена в амбулаторных условиях дневного стационара по в/в анестезией раствором Пропофола 1%. Критерием показания к операции были обнаружение CIN II-III по результатам PAP-теста и/или неблагоприятной кольпоскопической картины. LEEP проводилась радиоволновым хирургическим прибором «Сургитрон (Surgitron)™», разработанным фирмой «Ellman International, inc.» (США). Была выполнена эксцизия мозаичных, йоднегативных участков, пунктуации эпителия шейки матки, на глубину тканей не менее 6 мм. Гемостаз осуществлялся электрокоагуляцией шариковым электродом. После LEEP всем пациенткам был произведён обычный кюретаж цервикального канала.

На протяжении 6 месяцев наблюдения (через 1 и 6 месяцев после окончания терапии) оценивали состояние шейки матки с помощью кольпоскопии/цитологии.

Результаты исследования были обработаны методом вариационной статистики и корреляционного анализа с помощью программы Microsoft Excel 7,0 (Windows 7 Microsoft Office 2007). Был определён критерий Стьюдента (t) для независимых групп. Различия между выборками признавались статистически значимыми при уровне достоверности  $P \leq 0,05$ .

Через 1 неделю после вмешательства у 91,7% (33) из 36 пациенток исследуемой группы произошло отторжение струпа без отделяемого. У 5,6% (2) пациенток исследуемой группы отторжение струпа произошло на 5-й день и не сопровождалось выделениями. У 2,8% (1) пациентки из исследуемой группы наблюдались незначительные сукровичные выделения, не требовавшие

специальной терапии или перевязки. У подавляющего числа пациенток группы 1, получавших репаративную терапию препаратом Деринат, 15 мг/мл, отторжение струпа произошло через неделю и не сопровождалось выделениями из послеоперационной раны.

У большинства пациенток из контрольной группы 2, не получавших репаративную терапию после ЛЕЕР, отторжение струпа произошло к десятым суткам. При этом у 6,1% пациенток отторжение струпа сопровождалось обильным сукровичным отделяемым, а у 5,1% пациенток – обильным геморрагическим отделяемым, потребовавшим гемостатической терапии.

Зона ацетобелого эпителия в группе, получавшей репаративную терапию Деринатом была почти в 3 раза меньше, чем в группе, не получавшей медикаментозной терапии в послеоперационном периоде – 8,3% и 23,5% соответственно. Йоднегативная зона, при пробе Шиллера в контрольной группе была почти в 4 раза больше, чем в группе пациенток, получавших иммунорепаративный Деринат – 29,4% и 8,0% соответственно.

При кольпоскопии весьма показательно значительное уменьшение (более чем в три раза, по сравнению с контрольной группой) атипических сосудов на эпителии шейки матки у пациенток, получавших репаративную терапию уже через 1 месяц после ЛЕЕР. Также, для пациенток исследуемой группы, получавших Деринат, 15 мг/мл характерно полное исчезновение атипических сосудов в кольпоскопической картине через 6 месяцев. При этом, пациентки из контрольной группы, не получавшие репаративной терапии, демонстрировали при кольпоскопии наличие атипических сосудов даже спустя 6 месяцев после ЛЕЕР.

Сравнительное наблюдение за пациентками основной исследуемой группы в течение 6 месяцев показало, что иммунологическая коррекция процесса регенерации после ЛЕЕР агонистом TLR 9, производным дезоксирибонуклеата натрия, препаратом Деринат, даёт хороший клинический эффект в виде ускорения (на 6-7 дней) сроков отторжения струпа без явлений неполной регенерации, улучшения показателей PAP-теста, нормализации кольпоскопической картины. Пациенткам после эксцизионных методов лечения показано назначение агониста Толл-подобного рецептора 9, иммуномодулятора с репаративным эффектом – дезоксирибонуклеата натрия в виде раствора для внутримышечного введения 15 мг/мл (по 5 мл (75 мг) 1 раз в сутки через 24 часа в течение 10 дней, 10 инъекций на курс).

#### **Список используемых источников:**

1. Аксель Е.М. Статистика злокачественных новообразований женской половой сферы. Онкогинекология. 2012 № 1 с. 18-23.
2. Минаев Н.Н., Иванова М.Н., Бугримов Д.Ю. Современные методы иммунотерапии ВПЧ-ассоциированных заболеваний шейки матки агонистами Толлподобных рецепторов. // Журнал Медицинский советник // 2016, №5 (37), С.33-37.
3. Радзинский В.Е., Ордянец И.М., Лебедева М.А. Эффективность препарата локального действия для эпителизации шейки матки после радиоволновой эксцизии. Акушерство и гинекология. 2010. № 3. С.58-60
4. Роговская СИ, Шаргородская А.В., Бебнева Т.Н. Повышение эффективности лечения заболеваний шейки матки: изучение опыта применения глицирризиновой кислоты. Российский вестник акушера-гинеколога. 2011 № 5 с. 94-97

5. Филатов О.Ю., Кашаева О.В., Бугримов Д.Ю., Климович А.А. Морфологические принципы иммунологического действия ДНК эукариот. *Российский Иммунологический журнал*, 2013, том 7(16), № 4.

---

© 2016, Бугримов Д.Ю., Красноруцкая О.Н.  
Оценка клинической эффективности репарации  
эпителия шейки матки после петлевой конизации

---

© 2016, Bugrimov D.Yu., Krasnorutckaja O.N.  
Clinical efficacy repair the cervical epithelium after  
Loop conization

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.445

Поступила (Received): 06.10.2016

**Быкова Н.И., Одольский А.В., Григорян В.А.  
Регенераторные свойства глюкозамина гидрохлорида  
при лечении воспалительных заболеваний пародонта**

**Bykova N.I., Odolsky A.V., Grigoryan V.A.  
The regenerative properties of glucosamine hydrochloride in  
the treatment of inflammatory periodontal diseases**

*В статье рассматриваются результаты экспериментального исследования по изучению регенераторных и противовоспалительных свойств геля, содержащего растительные компоненты, глюкозамина гидрохлорид и димексид. В опытах на животных установлено, что гель, содержащий глюкозамина гидрохлорид, раствор димексида, сок крапивы двудомной и сок каланхоэ оказывает противоотечное действие, ускоряет метаболические и репаративные процессы в тканях что может служить основанием для применения его в качестве средства для лечения пародонтита*

**Ключевые слова:** глюкозамин, эксперимент, пародонтит, лечение

**Быкова Наталья Ильинична**

Кандидат медицинских наук, доцент  
Ставропольский государственный медицинский университет  
г. Ставрополь, ул. Мира, 310

**Одольский Аркадий Вячеславович**

Ассистент  
Ставропольский государственный медицинский университет  
г. Ставрополь, ул. Мира, 310

**Григорян Виктория Аликовна**

Ассистент  
Ставропольский государственный медицинский университет  
г. Ставрополь, ул. Мира, 310

*The article discusses the results of experimental studies on the regenerative and anti-inflammatory properties of the gel, containing botanicals, glucosamine hydrochloride and Dimexidum. In animal experiments established that the gel contains glucosamine hydrochloride, a solution of Dimexidum, juice of nettle and Kalanchoe juice has anti-edema effect, accelerates the metabolic and reparative processes in tissues that can serve as a basis for its application as a treatment for periodontitis*

**Key words:** glucosamine, experiment, periodontitis, treatment

**Bykova Natalia Ilinichna**

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor  
Stavropol state medical university  
Stavropol, Mira st., 310

**Odolsky Arkady Vladimirovich**

Assistant  
Stavropol state medical university  
Stavropol, Mira st., 310

**Grigoryan Viktoria Alikovna**

Assistant  
Stavropol state medical university  
Stavropol, Mira st., 310

Лечение воспалительных заболеваний пародонта представляет собой одну из наиболее важных и сложных проблем стоматологии, актуальность

которой обусловлена высокой частотой данной патологии, появлением в организме очагов хронической инфекции, преждевременной потерей зубов, снижением психоэмоционального статуса и работоспособности [2,3,8,40,45]. В комплексе лечебных мероприятий при заболеваниях пародонта одно из ведущих мест занимает местная лекарственная терапия с использованием средств растительного происхождения, которые лишены недостатков аналогичных по спектру воздействия синтетических средств, имеют меньше нежелательных побочных эффектов и реже вызывают аллергическую реакцию [5,21,29,33].

Исследования ученых последних лет подтверждают высокую эффективность шиповника, эвкалипта, алоэ, шалфея, календулы, особенно их комбинаций, сбалансированных и иммобилизованных на различных носителях (полисорб, глюкозамина гидрохлорид) при лечении воспалительных заболеваний пародонта [1,14,19,23,30,31,41,42]. Препараты крапивы широко используются внутрь и наружно в качестве кровоостанавливающих, поливитаминных, стимулирующих грануляцию и эпителизацию средств при заболеваниях полости рта [5,7,9,13,16,18,20,36,43]. Сок каланхоэ обладает антисептическим и противовоспалительным действием, способствует быстрому очищению ран от некротических тканей и их эпителизации [4,13,29,45]. В стоматологической практике сок каланхоэ назначают для лечения пародонтоза, особенно развившейся стадии, для прекращения выделений из десневых карманов, а также для лечения хронического рецидивирующего афтозного стоматита и гингивита [10,15,44,32]. Глюкозамина гидрохлорид оказывает стимулирующее влияние на репаративные процессы в структурах соединительнотканного происхождения, а также способствует ингибированию в них дистрофических процессов [6,11,24,37,39], оказывает противовоспалительное и слабое обезболивающее действие, является источником глюкуроновой кислоты и гликозаминогликанов, необходимых для восстановления поврежденных структур тканей пародонта. Литературные данные свидетельствуют об универсальных свойствах димексида, как солюбилизатора и пенетратора, носителя и эффективной технологической добавки, а также о весьма положительном и широком действии димексида как противовоспалительного средства [12,17,25,26,35,37,46].

Однако, несмотря на эти совершенно уникальные качества, глюкозамина гидрохлорида и димексид практически не имеют рациональных лекарственных форм, что не способствует расширению их фармакотерапевтических перспектив, отсутствует информация о свойствах, механизмах влияния на патогенетические звенья воспалительных заболеваний пародонта, методических особенностях использования данных препаратов [22,27,28,34,38,47].

В этой связи разработка лекарственных форм и изучение свойств новых лекарственных композиций на основе растительных компонентов, глюкозамина гидрохлорида и димексида для лечения воспалительных заболеваний пародонта, представляется актуальным и своевременным способом совершенствования стоматологической помощи.

Цель исследования – экспериментальное изучение противовоспалительных и регенераторных свойств стоматологического геля на основе растительных

компонентов, глюкозамина гидрохлорида и димексида для использования при лечении воспалительных заболеваний пародонта.

Материалы и методы исследования. Противовоспалительную активность изучали на модели «фетровой гранулёмы». Хроническое пролиферативное воспаление вызывали имплантацией под кожу животного стерильных ватных шариков массой 15 мг. Операция проводилась под наркозом (хлоралгидрат) в асептических условиях. Опыт проводили на 40 беспородных белых крысах обоего пола. Гель наносили ежедневно на область раны и шарика в течение недели. На восьмые сутки эксперимента после операции ватные шарики с образовавшимися вокруг них грануляционными тканями извлекали, взвешивали на торсионных весах и высушивали до постоянной массы при 60°C. Пролиферативную активность оценивали по разнице между массой высушенной гранулёмы и исходной массой ватного шарика.

Разницу в весе гранулёмы до и после высушивания использовали как критерий противоотечного действия исследуемых объектов.

Все животные были разделены на пять групп: четыре основные и одну контрольную. В четырех основных группах животным вводили 10% метилурациловую мазь (1-я группа), мазь календулы (2-я группа), гель, содержащий 10% глюкозамина гидрохлорид, 5% раствор димексида, сок крапивы двудомной и коланхоэ (3-я группа) и гель, с соком крапивы и коланхоэ, не содержащий глюкозамина гидрохлорид и димексид (4-я группа). Контрольной была группа животных, не получавших лечения.

Изучение репаративных и метаболических процессов в соединительной ткани при использовании 10% глюкозамина гидрохлорида, 5% раствора димексида, сок крапивы двудомной и коланхоэ (далее – лечебная композиция, ЛК) проводили на модели посттравматического остеоартроза у крыс и в роговице глаза кролика на модели посттравматического кератита.

Опыты проведены на 50 белых беспородных крысах массой 180 – 250 г и 16 годовалых кроликах породы «Шиншилла» массой 1-1,2 кг. У крыс под гексеналовым наркозом посредством бокового доступа вскрывали тазобедренный сустав и кератомом наносили стандартный дефект диаметром 2 мм, проникающий через суставной хрящ в суставную кость. ЛК вводили внутрисуставным способом 1 раз в сутки. Животным контрольной группы внутрь сустава вводили физиологический раствор. Животных выводили из эксперимента через 30 суток передозировкой паров эфира. Материалом для исследования служили головки бедренной кости. У кроликов под местной анестезией в периферической части роговицы наносили проникающее линейное ранение протяженностью 5-7 мм. ЛК инсталлировали в конъюнктивальную полость кролика 3 раза в день. ЛК готовили экстратемпорально в соответствии с требованиями фармакопейной инструкции РФ от 16.12.1999 на производство лекарственной формы глюкозамина гидрохлорида [6]. В контрольной группе в конъюнктивальную полость кролика инсталлировали физиологический раствор. Через 14 дней животных выводили из опыта методом воздушной эмболии. Гистологические препараты окрашивали гематоксилин-эозином и по Маллори. Все экспериментальные ис-

следования были проведены на лабораторных животных и с разрешения этической комиссии. Полученные результаты обработали статистически с использованием критерия Стьюдента.

Результаты исследования. Результаты исследования показали, что гель, содержащий 10% глюкозамина гидрохлорид, 5% раствор димексида, сок крапивы двудомной и сок каланхоэ, достоверно снижает величину отека относительно контроля на 33,4%. Его антиэкссудативная активность достоверно не отличалась от действия метилурациловой мази. Гель с соками без глюкозамина и димексида не оказывал противоотечного действия.

Синтез грануляционной ткани в группе животных с использованием ЛК достоверно увеличивался на 53,6% относительно контроля и на 74,2% в сравнении с мазью календулы, но не носил достоверных различий с действием метилурациловой мази (на 6,1%). Гель, содержащий только соки крапивы и каланхоэ, в отличие от геля с ЛК достоверно снижал (на 20,3%) скорость пролиферации гранулёмы.

В основной группе животных (с использованием ЛК) макроскопически в головках бедренной кости место дефекта определялось с трудом – в виде белесоватого пятна, несколько менее блестящего, чем остальная поверхность хряща. Микроскопически отмечались признаки репаративного процесса: разрастание гиалиновой хрящевой ткани в зоне дефекта, замещение матрикса бесклеточного суставного хряща молодым гиалиновым, активация остеогенеза в участках, прилежащих к дефекту.

Большая часть хрящевого покрытия сохраняла характерную для интактного суставного хряща цитоархитектонику. Выраженных деструктивных изменений в хряще (трещин, щелей) не было выявлено, вырастающая соединительная ткань богата грубыми пучками коллагеновых волокон, в которых просматриваются фиброциты. Таким образом, развивающийся репаративный процесс, хондропротекторный эффект после введения в сустав ЛК, можно оценить как хорошо выраженные.

Результаты исследования показали, что применение разработанной ЛК в виде инсталляций при экспериментальном кератите значительно уменьшает проявление воспалительной реакции, ускоряет реэпителизацию раневой поверхности роговицы, способствует формированию нежного полупрозрачного рубца. Отличительной особенностью течения репаративного процесса в группе животных, получавших инсталляции ГА, явилась полная эпителизация раневого канала, значительное уменьшение в нем плотности клеток. Новообразованный эпителиальный пласт был утолщен незначительно по сравнению с прилегающими участками. В нем обнаруживалась дифференцировка клеток с формированием характерных слоев. В зоне раневого канала клетки в большинстве случаев располагались параллельно слоям коллагеновых волокон, формирующих строму роговицы в этом участке.

Изучение состояния коллагена обнаружило в зоне дефекта новообразованные пучки коллагеновых волокон, расположенные параллельно основному массиву и внедряющиеся в пространство между пучками стромы роговицы. Трещин и щелей между коллагеновыми волокнами стромы роговицы не выявлено.

В целом репаративный процесс в роговице под влиянием смеси ГА и ДМСО можно оценить как выраженный (рис. 4).

Проведенное исследование свидетельствует о том, что разработанная ЛК значительно стимулирует биосинтез гликозаминогликанов как в хондроцитах, так и в кератоцитах. Метахромазия гликозаминогликанов существенно увеличивается непосредственно в зоне дефекта, а также в прилежащих к нему участках. Характерной особенностью макромолекулярной архитектоники раневого дефекта как в хряще, так и в роговице под влиянием ЛК является ориентированное расположение макромолекул коллагена, что имеет особое значение для функций роговицы. Выраженная стимуляция фибриллогенеза также может быть связана с увеличением синтеза гликозаминогликанов. Известно, что провизорным матриксом для продвижения и временной адгезии эпителия к строме служит фибронектин. Весьма вероятно, что глюкозамина гидрохлорид, входящий в качестве структурной единицы в макромолекулу фибронектина, также обладает способностью положительно влиять на этот процесс. Влияние ЛК на метаболические и репаративные процессы в различных структурах соединительнотканного происхождения имеет одинаковую направленность, что подтверждают данные эксперимента.

**Заключение.** Таким образом, в опытах на животных установлено, что гель, содержащий 10% глюкозамина гидрохлорид, 5% раствор димексида, сок крапивы двудомной и сок каланхоэ оказывает противоотечное действие, ускоряет регенерацию тканей, метаболические и репаративные процессы в различных структурах соединительнотканного происхождения что может служить основанием для применения его в качестве средства для лечения пародонтита.

#### **Список используемых источников:**

1. Будзинский Н.Э., Сирак С.В. Особенности лечения хронического верхушечного периодонтита с использованием мирамистина, иммобилизованного на композиционном полисорбе // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. №3. С. 133.
2. Будзинский Н.Э., Сирак С.В., Максимов Е.М., Сирак А.Г. Определение антимикробной активности мирамистина, иммобилизованного на композиционном полисорбе, на микрофлору корневых каналов при остром и обострившемся хроническом периодонтите и процесс остеофикации в эксперименте на животных // *Фундаментальные исследования*. 2013. №7-3. С. 518-522.
3. Быков И.М., Сирак А.Г., Сирак С.В. Апробация нового зубного эликсира для профилактики кариеса зубов в условиях эксперимента // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 4. С. 128.
4. Григорьянц Л.А., Сирак С.В., Будзинский Н.Э. Некоторые особенности топографии нижнечелюстного канала // *Клиническая стоматология*. 2006. № 1. С. 46-51.
5. Григорьян А.А., Сирак С.В., Сирак А.Г., Ханова С.А. Разработка и клиническое применение нового ранозаживляющего средства для лечения заболеваний слизистой оболочки полости рта у детей и подростков // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 2. С.41.
6. Коробкеев А.А., Сирак С.В., Копылова И.А. Изучение особенностей анатомо-топографического строения нижней челюсти для планирования эндодонтического и имплантологического лечения // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2010. Т.17. № 1. С. 17-22.
7. Рубцова Н.Г., Сирак С.В., Сирак А.Г. Индивидуальная гигиена полости рта и микроскопическая оценка структуры щетинок зубных щеток при их ежедневном использовании // *Эндодонтия Today*. 2013. № 3. С. 68-72.
8. Сирак С.В., Слетов А.А., Локтионова М.В., Локтионов В.В., Соколова Е.В. Диагностика, лечение и профилактика верхнечелюстного синусита, возникающего после эндодонтических вмешательств // *Пародонтология*. 2008. № 3. С. 14-18.

9. Сирак А.Г., Сирак С.В. Динамика репаративного дентиногенеза после лечения глубокого кариеса и острого очагового пульпита разработанной поликомпонентной лечебной пастой // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 5-2. С. 384-388.
10. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Пугина Ю.Н., Лолаева А.К., Афанасьева О.В., Локтионова М.В. Особенности выбора антимикробных препаратов для местного лечения воспалительных заболеваний пародонта у детей и подростков // *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2008. Т.7. № 4. С. 61-63.
11. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Копылова И.А. Осложнения, возникающие на этапе пломбирования корневых каналов зубов, их прогнозирование и профилактика // *Эндодонтия Today*. 2009. №1. С. 23-25.
12. Сирак С.В., Сирак А.Г., Копылова И.А., Бирагова А.К. Изучение морфологических изменений в пульпе зубов экспериментальных животных при лечении глубокого кариеса и острого очагового пульпита // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2011. Т. 23. №3. С. 29-33.
13. Сирак С.В., Щетинин Е.В., Слетов А.А. Субантральная аугментация пористым титаном в эксперименте и клинике // *Стоматология*. 2016. Т.95. №1. С.55-58.
14. Сирак С.В., Копылова И.А. Использование результатов анкетирования врачей-стоматологов для профилактики осложнений, возникающих на этапах эндодонтического лечения зубов // *Эндодонтия Today*. 2010. №1. С. 47-51.
15. Сирак С.В., Быков И.М., Сирак А.Г., Аكوпова Л.В. Профилактика кариеса и воспалительных заболеваний пародонта с использованием зубных эликсиров // *Кубанский научный медицинский вестник*. 2013. №6(141). С. 166-169.
16. Сирак С.В., Григорьянц Л.А., Федурченко А.В., Михайленко А.А. Способ оперативного доступа к нижнечелюстному каналу // Патент на изобретение RUS 2326619 09.01.2007
17. Сирак С.В., Коробкеев А.А., Шаповалова И.А., Михайленко А.А. Оценка риска осложнений эндодонтических манипуляций на основе показателей анатомо-топографического строения нижней челюсти // *Эндодонтия Today*. 2008. №2. С. 55-60.
18. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Афанасьева О.В. Профилактика воспалительных заболеваний пародонта у детей с использованием зубных ополаскивателей и эликсиров // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2007. Т. 8. № 4. С. 33-36.
19. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Максимова Е.М., Пригодин С.Н. Стоматологическая заболеваемость детского населения Ставропольского края до и после внедрения программы профилактики // *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2009. Т. 8. № 1. С. 64-66.
20. Сирак С.В., Казиева И.Э., Мартиросян А.К. Клинико-экспериментальное использование остеопластических материалов в сочетании с электромагнитным излучением для ускорения регенерации костных дефектов челюстей // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 5-2. С. 389-393.
21. Сирак С.В., Чеботарев В.В., Сирак А.Г., Григорьян А.А. Опыт использования местных ранозаживляющих средств при лечении вульгарной пузырчатки с локализацией на слизистой оболочке полости рта и губах // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2013. Т. 8. № 1. С. 59-62.
22. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Локтионова М.В., Лолаева А.К. Изучение эффективности ранозаживляющего средства для лечения заболеваний слизистой оболочки полости рта у детей и подростков // *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2008. Т. 7. № 2. С. 79-81.
23. Сирак С.В. Стоматологическая заболеваемость взрослого населения основных климатогеографических зон Ставропольского края // Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Ставропольская государственная медицинская академия. Ставрополь, 2003.
24. Сирак А.Г., Сирак С.В. Профилактика кариеса зубов и воспалительных заболеваний пародонта с использованием зубных эликсиров // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 4. С. 110.
25. Сирак С.В., Слетов А.А., Мартиросян А.К., Ибрагимов И.М., Перикова М.Г. Использование пористого титана для субантральной аугментации кости при денальной имплантации (экспериментальное исследование) // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2013. Т. 8. № 3. С. 42-44.
26. Сирак С.В., Долгалев А.А., Слетов А.А., Михайленко А.А. Изучение особенностей анатомо-топографического строения нижней челюсти для планирования эндодонтического и имплантологического лечения // *Институт стоматологии*. 2008. Т. 2. № 39. С. 84-87.
27. Сирак С.В., Слетов А.А., Гандылян К.С., Дагуева М.В. Непосредственная денальная имплантация у пациентов с включенными дефектами зубных рядов // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2011. Т. 21. №1. С. 51-54.
28. Сирак С.В., Слетов А.А., Ибрагимов И.М., Кодзоков Б.А. Влияние пористого титана на остеогенный потенциал клеток костного мозга in vitro // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2012. Т. 27. № 3. С. 22-25.

29. Сирак А.Г., Сирак С.В. Морфофункциональные изменения в пульпе зубов экспериментальных животных при лечении глубокого кариеса и острого очагового пульпита с использованием разработанных лекарственных композиций // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 2. С.44.
30. Сирак С.В., Слетов А.А., Алимов А.Ш., Цховребов А.Ч., Федурченко А.В., Афанасьева О.В. Клинико-экспериментальное обоснование применения препарата Коллост и биорезорбируемых мембран Диплен-гам и Пародонкол при удалении ретенированных и дистопированных нижних третьих моляров // *Стоматология*. 2008. Т. 87. №2. С. 10-14.
31. Сирак С.В., Копылова И.А., Чеботарев В.В., Аль-асфари Ф.М.С. Использование поликомпонентной адгезивной мази в сочетании с иммуномодулирующим препаратом в комплексной терапии пузырчатки // *Пародонтология*. 2012. Т. 17. № 2. С. 62-65.
32. Сирак С.В., Федурченко А.В., Сирак А.Г., Мажаренко Т.Г. Способ лечения радикулярной кисты челюсти // Патент на изобретение RUS 2326648 09.01.2007.
33. Сирак С.В., Ибрагимов И.М., Кодзоков Б.А., Перикова М.Г. Способ субантральной аугментации кости для установки денальных имплантатов при атрофии альвеолярного отростка верхней челюсти // Патент на изобретение RUS 2469675 09.11.2011.
34. Щетинин Е.В., Сирак С.В., Батулин В.А., Сирак А.Г., Игнатиади О.Н., Вафияди М.Ю., Петросян Г.Г., Паразян Л.А., Дыгов Э.А., Арутюнов А.В., Цховребов А.Ч. Результаты мониторинга потребления противомикробных препаратов в амбулаторной практике // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2015. Т. 10. № 1 (37). С. 80-84. DOI: 10.14300/mnnc.2015.10013.
35. Щетинин Е.В., Сирак С.В., Игнатиади О.Н., Сирак А.Г., Демурова М.К., Дыгов Э.А. Экспериментально-лабораторное обоснование выбора антибактериальных средств для лечения периодонтита // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2014. Т. 9. № 4 (36). С. 349-351.
36. Grimm W.D., Dannan A., Giesenhagen B., Schau I., Varga G., Vukovic M. A., Sirak S.V. Translational research: palatal-derived ecto-mesenchymal stem cells from human palate: a new hope for alveolar bone and cranio-facial bone reconstruction // *International Journal of Stem Cells*. 2014. 7(1). P.23-29.
37. Grimm, W.-D., Ploger M., Schau I., Vukovic M.A., Shchetinin E.V., Akkalaev A.B., Avanesian R.A., Sirak S.V. Complex, three-dimensional reconstruction of critical size defects following delayed implant placement using stem cell-containing subepithelial connective tissue graft and allogenic human bone blocks for horizontal alveolar bone augmentation: a case report as proof of clinical study principles // *Medical news of North Caucasus*. 2014. № 2(9). P. 125-127. DOI: 10.14300/mnnc.2014.09037.
38. Grimm W. D., Ploger M., Schau I., Vukovic M.A., Shchetinin E., Akkalaev A. B., Arutunov A.V., Sirak S.V. Prefabricated 3d allogenic bone block in conjunction with stem cell-containing subepithelial connective tissue graft for horizontal alveolar bone augmentation: a case report as proof of clinical study principles // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2014. № 2(34). С. 175-178.
39. Mikhalchenko D.V., Poroshin A.V., Mikhalchenko V.F., Firsova I.V., Sirak S.V. Influence of transcranial electrostimulation on the osseointegration of dental implant in the experiment // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014. T.5. № 5. С.705-711.
40. Grimm W.D., Arnold W.A., Sirak S.W., Vukovich M.A., Videra D., Giesenhagen B. Clinical, radiographic, and histological analyses after transplantation of crest-related palatal-derived ectomesenchymal stem cells (paldscs) for improving vertical alveolar bone augmentation in critical size alveolar defects // *Journal of Clinical Periodontology*. 2015; 42 (S17): 366b-366.
41. Sirak S.V., Avanesyan R.A., Akkalaev A.B., Demurova M.K., Dyagtyar E.A., Sirak A.G. Microbiocenosis of oral cavity in patients with dental implants and over-dentures // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014. T.5. № 5. С.698-704.
42. Sirak S.V., Arutyunov A.V., Shchetinin E.V., Sirak A.G., Akkalaev A. B., Mikhalchenko D.V. Clinical and morphological substantiation of treatment of odontogenic cysts of the maxilla // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014. T.5. № 5. С.682-690.
43. Sirak S.V., Shchetinin E.V. Prevention of complications in patients suffering from pathological mandibular fractures due to bisphosphonate-associated osteonecroses // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015. T.6. № 5. С.1678-1684.
44. Sirak S.W., Entschladen F., Shchetinin E.W., Grimm W.D. Low-level laser irradiation (810 nm) with toluidinblue photosensitizer promotes proliferation and differentiation of human oral fibroblasts evaluated in vitro. *Journal of Clinical Periodontology* // 2015. Т. 42. № S17. С. 328a-328.
45. Sirak S.V., Avanesyan R.A., Sirak A.G., Shchetinin E.V., Demurova M.K. Social composition and motivation of patients in applying for implant dental service // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014. Т. 5. № 5. С. 691-697.

46. Shchetinin E.V., Sirak S.V., Khodzhayan A.B., Dilekova O.V., Sirak A.G., Vafiadi M.Yu., Parazyan L.A., Arutyunov A.V. Pathogenetic aspects of dental pulp pathology // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2015. Т. 10. № 2 (38). С. 187-191.

47. Firsova I.V., Makedonova Iu.A., Mikhalchenko D.V., Poroiskii S.V., Sirak S.V. Clinical and experimental study of the regenerative features of oral mucosa under autohemotherapy // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2015. Т. 6. №6. С. 1711-1716.

---

© 2016, Быкова Н.И., Одольский А.В., Григорян В.А.  
Регенераторные свойства глюкозамина  
гидрохлорида при лечении воспалительных  
заболеваний пародонта

---

© 2016, Bykova N.I., Odolsky A.V., Grigoryan V.A.  
The regenerative properties of glucosamine  
hydrochloride in the treatment of inflammatory  
periodontal diseases

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.453

Поступила (Received): 12.10.2016

**Глазырина Т.М.**  
**Рефлексия мужчин призывного возраста  
с артериальной гипертензией**

**Glazyrina T.M.**  
**Reflection of draft-age men with hypertension**

*В статье рассмотрены вопросы изучения психологических характеристик мужчин призывного возраста с артериальной гипертензией. Обследованные с артериальной гипертензией статистически значимо дольше отвечают на тесты. Рефлексия является предиктором формирования артериальной гипертензии*

**Ключевые слова:** артериальная гипертензия, призывник, рефлексия

*The paper deals with the study of the psychological characteristics of the men of military age with hypertension. Surveyed with hypertension significantly longer respond to the tests. Reflection is a predictor of the formation of arterial hypertension*

**Key words:** arterial hypertension, a conscript, reflection

**Глазырина Татьяна Михайловна**  
Врач общей практики  
АВА ПЕТЕР  
г. Санкт-Петербург, пр. Гагарина, 24

**Glazyrina Tatyana Mikhailovna**  
General Doctor  
ABA PETER  
Saint Petersburg, Gagarina ave., 24

Военная служба является особым видом деятельности, предъявляющая к человеку повышенные требования, как физические, так и психологические [9, 14, 15].

Существующая система профессионального отбора, ориентированная на использование бланковых психологических методик показала свою эффективность [7, 14, 16, 18 – 20], тем не менее, во многих случаях целесообразно дополнительно исследовать психофизиологические характеристики призывника [4, 6, 13]. Одним из таких показателей является длительность выполнения тестов, свидетельствующая об уровне рефлексии обследованного [11, 22]. В современной психологической науке рефлексия обозначается как обращение внимания субъекта на самого себя и на своё сознание, в частности, на продукты собственной активности, а также какое-либо их переосмысление [1, 5, 21].

Повышение артериального давления это нормальная реакция человека на стресс, однако, при нарушении психической регуляции происходит стойкое его повышение с формированием заболевания [2, 3, 10, 17]. При этом показано, что при артериальной гипертензии психофизиологические изменения определяются раньше клинических проявлений [12, 23], что и являлось целью исследования.

**Организация и методы исследования.**

Обследовано 128 мужчин призывного возраста от 18 до 26 лет, из них n=65 с нормальными и оптимальными показателями АД (САД 110–129 / ДАД 75–84 мм рт. ст.) (1 группа); n=63 с АГ 1 степени (САД 140–159 / ДАД 90–99) (2 группа). Использовались методики: «Самочувствие, активность, настроение» (САН), методика изучения особенностей темперамента (опросник Я.Стреляу) [8]. Определялось время выполнения методик.

Сравнительный анализ проводился с использованием критерий t-Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Полученные результаты и их обсуждение.

Результаты методики изучения особенностей темперамента (опросника Я. Стреляу) представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Сравнительный анализ результатов методики изучения особенностей темперамента обследованных**

Показатель	Группа 1 (Норма) (x±s)	Группа 2 (АГ 1) (x±s)
Возбуждение, балл	60,52±10,56	59,86±9,96
Торможение, балл	67,72±16,35	69,13±13,47
Подвижность, балл	59,68±9,92	58,71±11,35
Уравновешенность, балл	94,97±29,15	88,97±17,90
Баланс нервных процессов, %	0,95±0,29	0,89±0,18
Длительность, сек	630,63±213,97	699,81±194,01*

Примечание: \* – различия в группах статистически значимы

Выявлено, что обследованные с АГ статистически значимо ( $p < 0,05$ ) дольше отвечали на тест Стреляу, что свидетельствует о более высокой рефлексивности данных обследованных по сравнению с обследованными с нормальными показателями АД.

Что и приводит к более длительному выполнению теста обследованными с АГ.

Результаты методики САН в группах обследованных представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Сравнительный анализ результатов методики САН обследованных**

Показатель	Группа 1 (Норма) (x±s)	Группа 2 (АГ 1) (x±s)
Самочувствие, балл	6,54±1,09	6,87±1,07
Активность, балл	6,23±0,96	6,40±1,06
Настроение, балл	7,06±0,97	6,95±1,07
Длительность, сек	94,37±32,19	110,54±42,62*

Примечание: \* – различия в группах статистически значимы

Выявлено, что обследованные с АГ статистически значимо ( $p < 0,05$ ) дольше отвечали на тест САН, что свидетельствует о более высокой рефлексивности данных обследованных по сравнению с обследованными с нормальными показателями АД.

Отсутствие значимых различий в психологических характеристиках демонстрирует на сложности диагностирования АГ на начальных стадиях. Тем не менее, для обследованных с АГ характерным является такое качество как рефлексивность, которая является предиктором формирования артериальной гипертензии.

### **Выводы.**

1. Обследованные с артериальной гипертензией статистически значимо дольше отвечают на тесты.
2. Рефлексивность является предиктором формирования артериальной гипертензии.

### **Список используемых источников:**

1. Глазырина Т.М., Порожников П.А., Ятманов А.Н. Личностные особенности мужчин призывного возраста // *Новая наука: Проблемы и перспективы*. 2016. № 4-2. С. 21-23.
2. Глазырина Т.М., Солодков А.С., Кулыгин С.В. и др. Особенности вклада внутренней картины болезни и класса заболевания на уровень нервно-психической адаптации пациентов // *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. 2016. № 6 (136). С. 218-221.
3. Глазырина Т.М., Ятманов А.Н., Юсупов В.В., Ятманова Т.М. Патогенетические особенности влияния отношения к болезни и артериального давления на нервно-психическую адаптацию военнослужащих // *Клиническая патофизиология*. 2014. № 2. С. 36-39.
4. Дорофеев И.И., Корзунин В.А., Овчинников Б.В. и др. Методологические аспекты выделения категории медико-психологического сопровождения курсантов // *Клиническая и специальная психология*. 2016. Т. 5. № 2 (18). С. 113-120.
5. Днов К.В., Тарумов Д.А., Ятманов А.Н. Особенности отношения к болезни соматических больных и больных неврозами // *Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения*. 2012. Т. 7. № 2. С. 632-633.
6. Дрынкина Т.И. Внедрение информационно-коммуникативных технологий в процесс непрерывного обучения // В сборнике: *Непрерывное образование: Современные проблемы и перспективы развития Материалы XVI Всероссийской с международным участием научно-практической конференции*. Н.Н. Кузьмин (ответственный редактор). 2013. С. 9-11.
7. Дрынкина Т.И. Формирование морально-нравственной ответственности в профессиональной деятельности как важный аспект системы непрерывного образования // В сборнике: *Непрерывное образование: Современные проблемы и перспективы развития Материалы XV Всероссийской с международным участием научно-практической конференции*. Ответственный редактор Н.Н. Кузьмин. 2012. С. 127-131.
8. Зайцев А.Г., Смуров А.В., Зайцев Г.К. Психолого-педагогическое обеспечение здоровья военнослужащих // *Военно-медицинский журнал*. 2010. Т. 331. № 3. С. 53-55.
9. Корзунин В.А. Закономерности динамики профессионально важных качеств военных врачей в процессе профессионализации // *диссертация на соискание ученой степени доктора психологических наук*. Санкт-Петербург. 2001
10. Лобачев А.В., Ятманова Т.М., Ятманов А.Н. Использование методики биологической обратной связи для диагностики устойчивости к стрессу и уровня психической адаптации курсантов // *Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения*. 2012. Т. 7. № 1. С. 127-128.
11. Овчинников Б.В., Богданова Л.В. Психическое здоровье: диагностика и коррекция // *Профилактическая и клиническая медицина*. 2006. № 2. С. 168-170.
12. Порожников П.А., Федоров Е.В., Ятманов А.Н. Прогнозирование заболеваемости военнослужащих военно – морского флота в зависимости от вида деятельности // *Новая наука: От идеи к результату*. 2016. № 1-2 (60). С. 16-18.
13. Солодков А.С., Федоров Е.В., Днов К.В. и др. Совершенствование системы профессионального психологического отбора специалистов ВМФ // *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. 2015. № 12 (130). С. 318-322.
14. Солодков А.С., Юсупов В.В., Днов К.В. и др. Медико-психологическое сопровождение военнослужащих в военном вузе // *Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта*. 2015. № 5 (123). С. 254-258.

15. Солодков А.С., Юсупов В.В., Днов К.В. и др. // Медико-психологическое сопровождение кандидатов на поступление в военный вуз // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2015. № 5 (123). С. 258-263.
16. Солодков А.С., Юсупов В.В., Чернега И.М. и др. Медико-психологическое сопровождение обучающихся призывного возраста // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2015. № 6 (124). С. 247-250.
17. Солодков А.С., Юсупов В.В., Чернега И.М. и др. Особенности военно-профессиональной адаптации военнослужащих первого года службы // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2015. № 9 (127). С. 241-246.
18. Федоров Е.В., Глазырина Т.М., Дорофеев И.И. и др. Развитие адаптационных характеристик личности курсантов в процессе обучения в военном вузе // Мир науки, культуры, образования. 2016. № 2 (57). С. 326-329.
19. Федоров Е.В., Днов К.В., Дорофеев И.И. и др. Динамика уровня общего интеллектуального развития у курсантов в процессе обучения в военном вузе // Мир науки, культуры, образования. 2016. № 2 (57). С. 324-326.
20. Федоров Е.В., Дорофеев И.И., Корзунин В.А. и др. Динамика индивидуально-психологических особенностей курсантов в процессе обучения в военном вузе // Успехи современной науки и образования. 2016. Т. 2. № 5. С. 144-147.
21. Шевченко М.И., Королева Н.И., Шемякина Е.Ю. и др. Воспитание гражданина России // К 70-летию Великой Победы. Санкт-Петербург. 2015.
22. Ятманова Т.М., Ятманов А.Н., Лобачев А.В. Оценка стрессоустойчивости военнослужащих-женщин // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2011. Т. 6. № 1. С. 521-522.
23. Ятманов А.Н. Патогенетические детерминанты внутренней картины болезни у пациентов с эссенциальной гипертензией // диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / ГОУВПО "Военно-медицинская академия". Санкт-Петербург. 2010

---

© 2016, Глазырина Т.М.

Рефлексия мужчин призывного возраста с артериальной гипертензией

---

© 2016, Glazyrina T.M.

Reflection of draft-age men with hypertension

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.457

Поступила (Received): 19.10.2016

**Каргаева О.В., Борисов А.Н.**  
**Как наши знаменитые соотечественники поддерживали  
умственную и физическую работоспособность,  
используя природные факторы**

**Kargaeva O.V., Borisov A.N.**  
**As our famous compatriots support mental and  
physical performance using the natural factors**

*В статье рассматриваются особенности физической подготовки различных людей, преимущественно известных русских писателей. Автор выявляет основные виды их физической активности и приходит к выводу о том, что важной составляющей физических занятий является связь с факторами, носящими природный характер*

*The article discusses the features of physical training of different people, mostly famous Russian writers. The author identifies the main types of physical activity and concludes that an important component of physical activity is the relationship with the factors being natural in nature*

**Ключевые слова:** физическая активность, закаливание, работоспособность, народный спорт, спорт античного периода, физическое воспитание, развитие спорта

**Key words:** physical activity, hardening, performance, popular sports, sports antiquity, physical education, sports development

**Каргаева Ольга Вячеславовна**  
Студент  
Самарский государственный технический университет

**Kargaeva Olga Vyacheslavovna**  
Student  
Samara state technical university

**Борисов Анатолий Николаевич**  
Доцент, преподаватель  
Самарский государственный технический университет

**Borisov Anatoly Nikolaevich**  
Associate Professor, teacher  
Samara state technical university

Цель нашей работы: показать коллегам, студентам и другим работникам умственного труда, как наши знаменитые соотечественники поддерживали умственный тонус и здоровье физическими упражнениями, также используя природные факторы.

Для того, чтобы поддерживать умственный тонус и общую работоспособность, необходимо прибегать к физическим упражнениям. Различные организации, относящиеся к физкультуре, спорту да и просто к здоровому образу жизни в России (да и в других странах) получили широкое распространение совсем недавно, однако потребность в культуре тела была у людей с незапамятных

времен. Так каким же образом наши соотечественники укрепляли свой организм? Для ответа на данный вопрос мы рассмотрим те методы, которые использовали известные россияне, жившие в прежние времена.

Следует отметить тот факт, что система физической подготовки существовала и ранее, но дальше военных кругов она, как правило, не распространялась, и обладала ярко выраженной армейской спецификой. Однако люди, чья деятельность не была связана с военной службой, тоже порой озадачивались физической подготовкой, что было обусловлено разными причинами – стремление к долголетию или просто к хорошему самочувствию, поднятие жизненного тонуса, повышение собственной социальной значимости (люди, ведущие здоровый образ жизни, зачастую ставятся в пример другим). По причине отсутствия специального инвентаря применялись упражнения с собственным весом, игры на свежем воздухе, действовали различные природные факторы. Наиболее популярны среди взрослого населения были процедуры закаливания ввиду их доступности и эффективности.

Современные люди с удивлением узнают факты о том, что многие представители интеллигенции были близки к разнообразным физкультурно-оздоровительным занятиям. Так, к примеру, известный всем А.С. Пушкин в детские годы постоянно занимался различными активными видами спорта, любил плавать. Данные привычки передались и во взрослую жизнь, в которой Пушкин, по замечаниям его современников, мог плавать поздней осенью, принимать холодные ванны и совершать длительные пешие прогулки, также он регулярно выполнял разнообразные гимнастические упражнения [1]. Примечательным является тот факт, что он умело соотносил оздоровительные процедуры с высокоинтенсивной умственной деятельностью. Как мы видим, Пушкин придерживался тех физических занятий, которые были не только наиболее удобны, но также и запомнились ему с детства. Общий характер физических упражнений был направлен не на развитие скоростно-силовых качеств, а скорее на обычное закаливание, которое пробуждало в нем необычайный жизненный тонус.

Еще один великий русский писатель Лев Николаевич Толстой всю свою жизнь вплоть до глубокой старости занимался собственной физической подготовкой. Среди его занятия была ходьба, езда на велосипеде, катание на коньках, езда на лошади, гимнастические упражнения. Даже в старости Лев Николаевич придерживался строгого распорядка дня. Каждое его утро начиналось с общей разминки, после которой он совершал пешую прогулку [5]. Как мы видим, его система тренировок была более разнообразной, нежели у Пушкина – он сочетал самые различные виды физической деятельности, а временами, бывало, просто трудился на земле (копал, корчевал и др.). Толстой был ближе не к закаливанию, а к длительному активному времяпрепровождению, в ходе которого могло меняться несколько различных занятий. Как известно, Толстой в течение всего своего жизненного пути отличался крепким телом и бодрым духом. Он подмечал, что именно физические упражнения помогают ему заниматься интеллектуальной работой.

А.П. Чехов был одним из основателей Московского гимнастического общества и сторонником здорового образа жизни [2]. Как известно, Антон Павлович

в своем творчестве много внимания уделял развитию человеческой личности, считая физическую культуру одной из неотъемлемых составляющих данного процесса (это можно увидеть, в частности, в таких произведениях как «Мороз», «Человек в футляре»). В жизни Чехов не только рассуждал о том, насколько полезна разумная физическая нагрузка, но и демонстрировал это своим примером.

Многие виды физической активности перепробовал М.Ю. Лермонтов. Особенностью его подготовки является то, что он много внимания уделял кулачным боям и фехтованию, что является проявлением противоборствующих мотивов личности. Помимо этого поэта интересовала верховая езда, катание на коньках и длительная ходьба [8]. Большая часть физических занятий Лермонтова была сопряжена с упражнениями, требующими большого объема выносливости и развитых морально-волевых качеств.

Многие писатели, в том числе и современные вовсе не пренебрегают физическим тренингом. Так, к примеру, японский писатель Харуки Мураками начал бегать в зрелом возрасте, имея солидный стаж курения. В нынешнее время он регулярно участвует в Токийском марафоне и увлекается триатлоном (вид спорта, сочетающий в себе бег, плавание и езду на велосипеде). Свои взгляды на физическое развитие он изложил в книге «О чем я говорю, когда говорю о беге» [7], которая нашла многочисленных читателей. Заметем, и в этом случае писатель выбрал вид спорта, связанный с длительной активностью.

Далеко не только писатели рассуждали о пользе физических упражнений. Среди известных русских спортсменов прошлого выделяется такая фигура как борец Георг Гаккеншмидт по прозвищу «Русский лев». Его перу принадлежит книга под названием «Путь к силе и здоровью», в которой он расписывает свою систему подготовки. Для нас интерес в ней представляет процедура закаливания – Гаккеншмидт предпочитал холодный душ (летом вода должна быть холодной, зимой чуть теплая) и сон с открытой форточкой. На его взгляд этого было достаточно, к тому же он тренировался с отягощениями два раза в день.

Несмотря на то, что спорт в России в XIX веке был слабо развит и не имел широкого распространения в обществе, не нужно считать, что он был лишь уделом немногих тогдашних спортсменов и интеллигенции. В крестьянстве были широко распространены народные игры (кулачный бой, лапта, городки и др.) и средства закаливания (обтирание снегом, купание в проруби), которые составляли самобытную систему физической подготовки. О том, что спорт в то время действительно существовал, свидетельствуют многочисленные литературные памятники того времени (к примеру, рассказы Куприна «Лимонная корка», «Изумруд») [6].

В качестве исторического сравнения скажем, что культура тела была развита в Древней Греции и в Древнем Риме (по крайней мере данная тематика в те времена была весьма актуальна, безмолвным свидетельством чему являются эстетичные античные статуи), к чему часто апеллируют ее сторонники. Так, к примеру, известный философ Платон в молодости был сильным борцом, гимнастом, отлично ездил верхом и стал отводить меньше времени тренировкам лишь после знакомства и Сократом [4]. Надо сказать, что многие древнегреческие философы в обязательном порядке занимались физическими упражнениями.

Данное «пристрастие», конечно же, распространялось не только на них. Если верить Беседам Эпиктета, то один из римских политических деятелей Квинт Паконий Агриппин ежедневно в пять вечера выполнял ряд физических упражнений, после чего окатывал себя ведром холодной воды [3].

Как мы могли убедиться, к физическим занятиям высоко интеллектуальные люди прибегали издавна – будь то античные философы или русские писатели. Это может означать только то, что тренировка тела крайне необходима для плодотворной творческой деятельности.

Обобщив опыт физических упражнений наших соотечественников, можно выделить основные характеризующие признаки их систем физической подготовки:

- разнообразие физической активности (те личности, которые мы привели в качестве примера, сочетали разнообразные тренировки);
- преобладание видов деятельности, предусматривающих развитие длительной выносливости (в первую очередь речь идет о ходьбе);
- использование закаливающих процедур;
- наличие строгого распорядка дня;
- приверженность физическим занятиям на протяжении всей жизни.

Главной отличительной особенностью подготовки является то, что все рассмотренные нами люди опирались на природные факторы, а именно на воздух, на котором проходили все длительные тренировки, и на воду, которая служила хорошим средством закаливания (к примеру, осенние купания Пушкина). Стоит отметить, что в среде русской интеллигенции тяга к занятиям спортом исходила из трех векторов – военная физическая культура, народное физическое воспитание и коммерческий спорт (бокс, ипподромы, отчасти цирк).

Знания о физической подготовке знаменитых соотечественников должны служить ориентиром при развитии человеческой личности, поскольку для того, чтобы обладать высокой интеллектуальной активностью и поддерживать ее на необходимом уровне, нужно обязательно уделять время физическим занятиям и вести здоровый образ жизни.

Как показывает жизнь таких людей, как Л.Н. Толстой, А.С. Пушкин, для того, чтобы развивать свое тело достаточно лишь наличие доступа к природе – к чистому водоему для купания, на котором зимой можно кататься на коньках, к месту, в котором есть чистый воздух и можно продолжительно ходить. Для обычного закаливания вполне может быть достаточно одной лишь холодной воды.

#### **Список используемых источников:**

1. Александр Пушкин. М.: Новатор, 1996. С. 511.
2. Бердников, Г. П. Чехов (Жизнь замечательных людей: серия биографий). М., 1978.
3. Беседы Эпиктета / изд. под. Г.А. Тароян. М. : Ладомир, 1997, С. 312.
4. Диоген Лаэртский О жизни, учениях и изречениях знаменитых философов / пер. М.Л. Гаспарова. М. : АСТ: Астрель, 2011, С. 570.
5. Капитанова А. Лев Николаевич Толстой в жизни и творчестве. М. : Русское слово, 2007, С. 88.
6. Слепцова Т.В. Феномен физической культуры и спорта в отечественной литературе XIX начала XX вв // Омский научный вестник. 2009, №5. С. 178-181.
7. Харуки Мураками: О чем я говорю, когда говорю о беге / пер. А. Кунин. М. : Эксмо, 2015. С. 224.

8. Юсин А. Душой исполненный полет. М. : Физкультура и спорт, 1988, С. 367.

© 2016, Каргаева О.В., Борисов А.Н.

*Как наши знаменитые соотечественники поддерживали умственную и физическую работоспособность, используя природные факторы*

© 2016, Kargaeva O.V., Borisov A.N.

*As our famous compatriots support mental and physical performance using the natural factors*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.462

Поступила (Received): 27.10.2016

**Красноруцкая О.Н., Бугримов Д.Ю.  
Оценка зависимости степени тяжести клинических  
проявлений перинатального поражения центральной  
нервной систем у детей первого года жизни от  
нативного уровня фактор роста нервов**

**Krasnorutckaja O.N., Bugrimov D.Yu.  
Evaluation of the degree of severity of the clinical  
manifestations of perinatal lesions of the central nervous  
system in infants from native levels of nerve growth factor**

*У детей первых месяцев жизни, не всегда отражается истинная картина тяжести и степень поражения ЦНС, а исход заболевания, в том числе и неблагоприятный, становится очевидным лишь к 9-12 месяцам жизни, что обусловлено целым рядом особенностей, оцениваемых как феномены самозащиты. Биохимическим факторам риска развития различных заболеваний и их осложнений, в частности показателям окислительного стресса, перекисного окисления липидов, окислительной модификации белков и антиоксидантной защиты, нейроспецифическим факторам, участвующим в процессах созревания, дифференцировки и поддержания жизнеспособности нейронов головного мозга уделяется много внимания в современной отечественной и зарубежной литературе не полностью раскрыт диагностический потенциал исследуемых маркеров у детей*

**Ключевые слова:** неврологический статус, маркер, дети

**Красноруцкая Ольга Николаевна**  
Кандидат медицинских наук, доцент  
Воронежский государственный медицинский  
университет им. Н.Н. Бурденко  
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

*The children of the first months of life, is not always reflected the true picture of the extent and severity of CNS involvement, and the outcome of the disease, including unfavorable, it is apparent only to the 9-12 months of age, due to a number of features that are measured as the phenomena of self-defense. Biochemical risk factors for various diseases and their complications, including indicators of oxidative stress, lipid peroxidation, oxidative modification of proteins and antioxidant defense neurospecific factors involved in the processes of maturation, differentiation and maintenance of the viability of neurons in the brain is given a lot of attention in the modern domestic and foreign literature does not fully reveal the potential diagnostic markers studied in children*

**Key words:** neurologic status, marker, children

**Krasnorutckaja Olga Nikolaevna**  
Candidate of Medical Sciences, Associate Professor  
Voronezh state medical university named N.N.  
Burdenko  
Voronezh, Studencheskaja st., 10

**Бугримов Даниил Юрьевич**

Кандидат медицинских наук, доцент, директор  
Воронежский государственный медицинский  
университет им. Н.Н. Бурденко  
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

**Bugrimov Daniil Yurievich**

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor,  
Director  
Voronezh state medical university named N.N.  
Burdenko  
Voronezh, Studencheskaja st., 10

Несмотря на современное усовершенствование перинатальной помощи, не наблюдается тенденция к снижению частоты перинатальных поражений ЦНС. По статистическим данным по Воронежской области на 2012 год было зарегистрировано 4943 случая, а на 2015 – 5929 [2,3]. На сегодняшний день на диспансерном учете состоит 1112 детей с последствиями перинатального поражения ЦНС. Перинатальная гипоксия наиболее распространенное осложнение беременности и родов, важная причина повреждения ЦНС у новорожденных детей, приводящая к жизненно важным долгосрочным неврологическим осложнениям [1]. Неврологический дефицит, как следствие перинатального повреждения колеблется от легких поведенческих расстройств до детского церебрального паралича, эпилепсии, умственной отсталости и т.д [4]. Кроме того, врач не всегда по клиническим проявлениям и лабораторно-инструментальным данным может достоверно определить исход заболевания, что в свою очередь, ведет к неблагоприятным последствиям в будущем в связи с отсутствием своевременной и адекватной терапии. NGF (фактор роста нервов) представляет наибольший интерес среди нейротрофинов в качестве маркера для оценки неврологического дефицита. Он широко экспрессируется в различных тканях, может оказывать нейротрофический эффект на поврежденные нейроны и способствовать нейрогенезу. Кроме того, очень важно, что глиальные клетки стимулируют нейротрофиновые рецепторы и определенный уровень NGF в крови является показателем нормальной функцией глии [5].

В ходе исследования было обследовано 419 пациентов в возрасте от 0 до 6 месяцев, из них мальчики составили 52%, девочки – 48%. В основную группу вошли 336 пациентов первого года жизни, находившихся на стационарном лечении по поводу последствий перинатального поражения нервной системы различной степени тяжести, контрольную группу – 83 условно здоровых ребенка. Дети контрольной группы проходили осмотр педиатра в рамках стандартного обследования в регламентированные периоды наблюдения на этапе поликлинического обслуживания. Обязательным условием включения пациентов контрольной группы явилось отсутствие неврологической симптоматики, постановки на учет у невролога и получения медикаментозной терапии по поводу неврологических отклонений на первом году жизни. Все дети были разделены на две подгруппы пациентов с учетом возрастного показателя: основная группа – 163 ребенка (48%) в возрасте от 1 до 3 мес. и 173 пациента (52%) в возрасте 4-6 мес., контрольная группа – в возрасте от 1 до 3 мес. – 43 (52%) ребенка и 40 (48%) детей в возрасте 4-6 мес.

Забор венозной крови (3-5 мл) в исследовании осуществляли в условиях процедурного кабинета в пробирки Vacuette и Greiner bio-one (пр-во Австрия). Затем проводилась стандартная процедура центрифугирования (аппарат Himac

СТ 6E/СТ 6EL) для получения сыворотки (определение биохимических параметров). Для определения бета субъединицы человеческого фактора роста нервов применяли иммуноферментный набор (Beta-NGF; каталожный номер ELH-BNGF-001 – 96 определений, фирма производитель «RayBio», фирма поставщик – «БиохимМак», Россия).

Итогом проведенного корреляционного анализа изучаемых факторов как клинического, так и нейротрофического состояния пациентов стало выявление прямой достоверной высоко положительной связи динамических значений NGF от клинического состояния ребенка во всех группах исследования: симптом Грефе ( $r=-0,67$ ,  $p<0,05$ ), снижением мышечного тонуса ( $r=0,84$ ,  $p<0,05$ ), снижением сухожильных рефлексов ( $r=0,77$ ,  $p<0,05$ ), асимметричностью складок ( $r=-0,83$ ,  $p<0,05$ ), наличием пирамидных знаков ( $r=0,89$ ,  $p<0,05$ ).

В группе 1-3 мес. при легкой степени тяжести клинических проявлений поражения нервной системы NGF практически не изменялся ( $342,1\pm 92,37$  пг/мл), либо достоверно ( $p<0,01$ ) повышался ( $365,91\pm 84,49$  пг/мл), но не более 7-8% в сравнении с данными контрольной группы. При средней степени тяжести клинических проявлений поражения нервной системы было установлено, что NGF достоверно снижался на 12-15% и его уровень составил  $290,71\pm 74,12$  пг/мл. Для тяжелой степени тяжести клинических проявлений поражения нервной системы установлено, что достоверно ( $p<0,01$ ) снижался по сравнению с контрольными данными NGF на 44-48% –  $188,34\pm 42,37$  пг/мл. Полученные результаты отражают зависимость уровня NGF от степени тяжести. Отсутствие динамических изменений в подгруппе с легкой степенью тяжести может свидетельствовать об отсутствии выраженных клинических проявлений неврологического дефицита, а поэтому важно учитывать целевой уровень значения NGF в сыворотке крови.

В группе 4-6 месяцев при легкой степени тяжести клинических проявлений поражения нервной системы NGF практически не изменялся –  $339,4\pm 97,61$  пг/мл, либо достоверно ( $p<0,01$ ) повышался ( $379,68\pm 97,61$  пг/мл), но не более 10-12% в сравнении с данными контрольной группы, что отражает напряжение компенсаторных функций ЦНС и, как следствие, улучшение клинической симптоматики. Для средней степени тяжести клинических проявлений поражения нервной системы установлено, что NGF достоверно снижался на 20-25% и его уровень составил  $254,25\pm 84,21$  пг/мл. При тяжелой степени тяжести клинических проявлений поражения нервной системы установлено, что достоверно ( $p<0,01$ ) NGF снижался по сравнению с контрольными данными на 45-50% соответственно ( $186,45\pm 59,91$  пг/мл). Полученные результаты являются прогностически неблагоприятными, отражают более тяжелое поражение тканей головного мозга в данной группе детей и необходимость в массивной нейропротекторной терапии.

Полученные результаты позволяют рассматривать NGF в качестве диагностического маркера неврологического дефицита у детей раннего возраста. Открывают новые возможности в патогенетически обоснованном подборе медикаментозной терапии и оценке ее эффективности.

**Список используемых источников:**

1. Балакирева Е.А., Красноруцкая О.Н., Зуйкова А.А. Оценка степени участия биохимических маркеров перинатального поражения центральной нервной системы у детей первого года жизни // Журнал Вестник новых медицинских технологий, 2014 г. Т.21. №2 С. 26-29.
2. Балакирева Е.А., Красноруцкая О.Н., Зуйкова А.А. Прогностическая модель степени участия маркеров перинатального поражения центральной нервной системы у детей первого года жизни // Современный взгляд на будущее науки. 2014. С. 84-88.
3. Балакирева Е.А., Бугримов Д.Ю., Добрынина И.С., Красноруцкая О.Н., Зуйкова А.А. Нейробиохимические показатели в оценке последствий перинатального поражения нервной системы у детей раннего возраста и их прогностическая значимость // Научный альманах. 2015. №4 (6). С. 237-242.
4. Балакирева Е.А., Красноруцкая О.Н., Зуйкова А.А., Боронина И.В., Неретина А.Ф. и др. Нерешенные вопросы детской неврологии // Научные ведомости Белгородского государственного университета. 2014. Т.28. №24-1 (195). С. 5-7.
5. Slotkin T.A. Targeting of neurotrophic factors, their receptors, and signaling pathways in the developmental neurotoxicity of organophosphates in vivo and in vitro // Brain Res Bull. 2008.

---

© 2016, Красноруцкая О.Н., Бугримов Д.Ю.

*Оценка зависимости степени тяжести клинических проявлений перинатального поражения центральной нервной систем у детей первого года жизни от нативного уровня фактор роста нервов*

---

© 2016, Krasnorutckaja O.N., Bugrimov D.Yu.

*Evaluation of the degree of severity of the clinical manifestations of perinatal lesions of the central nervous system in infants from native levels of nerve growth factor*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.466

Поступила (Received): 15.10.2016

**Маркосьян Н.С., Афросина Р.В., Черемисова А.Н.  
Клинические особенности безжелтушной формы  
лептоспироза в Республике Мордовия**

**Markosyan N.S., Afrosinya R.V., Cheremisova A.N.  
Clinical features anicteric form of leptospirosis  
in the Republic of Mordovia**

*В статье описываются клинические особенности безжелтушной формы лептоспироза во вспышку в Республике Мордовия в 2014 году (лихорадочный синдром, поражение почек, миалгии, редкие клинические проявления со стороны других органов, осложнения и исходы), особенности лабораторной диагностики данного заболевания*

**Ключевые слова:** лептоспироз, безжелтушная форма, почки, лихорадка

*This article describes the clinical features anicteric forms of leptospirosis during the outbreak in the Republic of Mordovia in 2014 (a feverish syndrome, kidney disease, myalgia, rare clinical manifestations of other organs, complications and outcomes), especially the laboratory diagnosis of the disease*

**Key words:** leptospirosis, anicteric form, kidneys, fever

**Маркосьян Наталья Сергеевна**

*Кандидат медицинских наук, старший преподаватель*

*Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева*

*г. Саранск, ул. Большевистская, 68*

**Markosyan Natalia Sergeevna**

*Candidate of Medical Sciences, Senior Lecturer Mordovia state university named N.P. Ogarev*

*Saransk, Bolshevistskaya st., 68*

**Афросина Раиса Васильевна**

*Студент*

*Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева*

*г. Саранск, ул. Большевистская, 68*

**Afrosina Raisa Vasilyevna**

*Student*

*Mordovia state university named N.P. Ogarev Saransk, Bolshevistskaya st., 68*

**Черемисова Антонина Николаевна**

*Ассистент*

*Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева*

*г. Саранск, ул. Большевистская, 68*

**Cheremisova Antonina Nikolaevna**

*Assistant*

*Mordovia state university named N.P. Ogarev Saransk, Bolshevistskaya st., 68*

Природно-очаговые инфекции, эпидемиологическая ситуация по которым признается неблагополучной, представляют серьезную угрозу здоровью населения Российской Федерации [1, с. 323; 5, с. 110]. В частности, тенденция к росту заболеваемости людей лептоспирозом, регистрируемой в большей части территории России, приобрела выраженный и устойчивый характер.

Отмечается повышение эпидемической активности лептоспирозных очагов в населенных пунктах, в том числе и в крупных городах [3, с. 15].

Лептоспироз – зоонозная инфекция, протекающая в виде острого лихорадочного заболевания с выраженной интоксикацией, поражением почек, печени, центральной нервной системы, развитием геморрагического синдрома [4, с. 63]. Значимой проблемой практического здравоохранения, акцентирующей внимание на вопросах ранней диагностики и эффективности лечения, является преобладание среди госпитализированных больных тяжелого, осложненного течения, манифестных форм лептоспироза, частично обусловленного поздней госпитализацией пациентов и наличием у них неблагоприятного преморбидного фона [3, с. 15].

В России заболеваемость людей лептоспирозом регистрируется практически во всех климатогеографических зонах и в последние годы находится на уровне 0,43 – 1,72 на 100 тыс. населения. Лептоспироз распространен и в Республике Мордовия [2, с. 278].

**Цель исследования:** провести анализ клинических особенностей безжелтушной формы лептоспироза в Республике Мордовия в 2014 году.

**Материал и методы исследования:** Проведен анализ клинических особенностей безжелтушной формы лептоспироза по данным медицинских карт пациентов, находившихся на стационарном лечении в ГБУЗ Республики Мордовия «Республиканская инфекционная клиническая больница» («РИКБ») г. Саранска в 2014 году.

**Результаты.** В 2014 году в республике возникла вспышка лептоспироза, когда заболели 45 человек, из них 25 пациентов госпитализированы в ГБУЗ РМ «РИКБ» (показатель заболеваемости составил 5,5 на 100 тыс. населения). Пациенты с безжелтушной формой составили большинство – 16 человек, желтушной – 9 пациентов.

У больных лептоспирозом наблюдалось острое начало болезни в 75% случаев с высокой лихорадки, озноба, общей слабости, головной боли. У 6,3% пациентов заболевание началось с явлений гастроэнтерита (тошнота, рвота, схваткообразные боли в животе, частый жидкий стул), в 6,3% – с сильных болей в горле и у 6,3% больных – с выраженной головной боли.

Лихорадка сохранялась в среднем  $6,25 \pm 0,83$  суток. Средние показатели температуры тела у больных составляли  $39,08 \pm 0,15^\circ\text{C}$ . Продолжительность лихорадки до 5 дней наблюдалась в 63% случаев. Однако у 31% пациентов лихорадка наблюдалась в течение 7 – 10 дней. У 6% больных длительность повышенной температуры была более 15 дней. Продолжительность общей слабости составила  $13,63 \pm 1,25$  дней.

Больные безжелтушной формой предъявляли жалобы на боли в поясничной области – в 75%, боли в животе – в 43,8%. Поражение мышц вследствие рабдомиолиза лептоспирами наблюдалось у небольшого количества пациентов. Боли в мышцах диффузного характера отмечалась в 12,5% случаев, боли в суставах и мышцах нижних конечностей – в 6,3%.

Из редких клинических проявлений наблюдалась тошнота – в 31,3%, рвота – у 25% больных, у одного человека (6,3%) отмечался жидкий стул

до 8 раз в сутки, продолжительность диарейного синдрома составила 9 дней. У данного пациента заболевание началось с явлений гастроэнтерита, затем на фоне однократно введения цефтриаксона отмечалось ухудшение состояния – возник потрясающий озноб, цианоз кожи и губ, что позволило вручу заподозрить лептоспироз. У части больных регистрировалось поражение верхних дыхательных путей: кашель – у 25%, боль в горле – у 6,3% пациентов. Характерный для лептоспироза менингеальный синдром определялся лишь в 6,3% случаев.

Поражение почек при безжелтушной форме лептоспироза проявлялось развитием острой почечной недостаточности. Олигурия развивалась у 56,3% больных со значительным снижением количества мочи от 100 до 600 мл за сутки. Данный клинический симптом возникал у 18,8% пациентов с 3 – 4-х суток, у 31,3% – на 5 – 6-е сутки и у 6,3% на 7-й день от начала заболевания. Продолжительность олигурического периода составила от 1 до 3 дней. Развитие полиурии в последующем отмечали 31,3% больных. Полиурия возникала на 6 – 8 день болезни, продолжительность данного симптома составила 3 – 5 дней. Объем выделенной мочи за сутки не превышал 3750 мл.

При объективном осмотре отмечалась гиперемия зева – у 68,8% больных, инъекция сосудов склер – в 25%, гиперемия кожи лица и шеи – в 18,8%, пятнистая сыпь по всему телу – у 6,3% пациентов. Выявлялось увеличение печени – у 56,3%, положительный симптом поколачивания по поясничной области – у 43,8% пациентов. Общая продолжительность заболевания составила  $14,45 \pm 1,34$  суток.

При проведении ультразвукового исследования органов брюшной полости в 12,5% отмечена гепатоспленомегалия, диффузные изменения паренхимы печени. Со стороны мочевыводящей системы в 37,5% выявлялся синдром гиперэхогенной коры почек, у 18,8% – уплотнение чашечно-лоханочной системы обеих почек, у 12,5% – нефроптоз, у 6,3% определялись признаки увеличения размеров почек.

У всех больных заболевание закончилось благоприятно. В 92,7% наблюдалось среднетяжелое течение заболевания. У 6,3% пациентов отмечалось тяжелое течение заболевания с развитием инфекционно-токсического шока I–II степени. Из редких осложнений в 6,3% регистрировалось обострение хронического холецистита.

Для диагностики лептоспироза использовались серологические реакции. У 93,7% больных диагноз выставлялся на основании положительной реакции микроагглютинации. В 31,2% случаев выявлялись одновременно антитела к лептоспирам серогрупп *Grippotyphosa* и *Australis*, в 37,5% – лептоспирам серогруппы *Grippotyphosa*. В 12,5% обнаруживалась лептоспира серогруппы *Australis*, в 6,3% – выявлялись *L. Canicola* и *L. Australis*, *L. Canicola* (6,3%). Одному больному (6,3%) диагноз был выставлен на основании характерной клинической картины.

**Выводы.** У больных безжелтушной формой лептоспироза отмечается острое начало заболевания с лихорадочного синдрома. Заболевание характеризуется непродолжительной лихорадкой, развитием острой почечной недостаточности (56,3%), поражением дыхательных путей (31,3%), мышечным

болевым синдромом (18,8%). Менингеальный синдром и экзантема определяются лишь у 6,3% больных. Большинство случаев безжелтушной формы лептоспироза этиологически связано с *L. Grippotyphosa*.

**Список используемых источников:**

1. Алферина Е.Н., Маркосьян Н.С., Игнатъев В.Н. и др. Бешенство в Республике Мордовия в 2006–2015 годах // Научный альманах. 2016. №6–2 (20). С. 323–326.
2. Афросина Р.В., Маркосьян Н.С. Эпидемиологические особенности лептоспироза в Республике Мордовия // Научный альманах. 2015. №1 (3). С. 278–280.
3. Жукова Л.И., Рафеенко Г.К., Никишина Т.Ф. и др. Клинико-эпидемиологическая характеристика лептоспироза в Краснодарском крае в многолетней динамике // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2010. №6. С. 15 – 20.
4. Павленко А.Л. Особенности эпидемиологии лептоспироза на современном этапе // Запорожский медицинский журнал. 2013. №6 (81). С. 63–69.
5. Ускова Ю.Г., Павелкина В.Ф., Альмяшева Р.З. Интоксикационный синдром и его патогенетическое значение при геморрагической лихорадке с почечным синдромом // Научный альманах. 2015. №1 (3). С. 110–114.

© 2016, Маркосьян Н.С., Афросина Р.В., Черемисова А.Н.

Клинические особенности безжелтушной формы лептоспироза в Республике Мордовия

© 2016, Markosyan N.S., Afrosinya R.V., Cheremisova A.N.

Clinical features anicteric form of leptospirosis in the Republic of Mordovia

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.470

Поступила (Received): 06.10.2016

**Одольский А.В.**  
**Патоморфологические особенности тканей**  
**пародонта в эксперименте на животных**

**Odolsky A.V.**  
**Pathologic features of periodontal tissues in animal experiments**

*В статье рассматриваются вопросы, касающиеся изучения патоморфологических изменений в тканях пародонта при экспериментальном остеопорозе. Установлено, что при экспериментальном остеопорозе в пародонте развиваются процессы, сопровождающиеся острыми сосудистыми расстройствами. Сосудистые расстройства ухудшают условия обмена веществ, что в конечном итоге приводит к деструктивным изменениям аргирофильных и коллагеновых фибрилл, а также отдельных нервных волокон с развитием дистрофически-воспалительных форм пародонтита*  
**Ключевые слова:** воспаление, пародонт, эксперимент

*The article discusses issues concerning the study of pathological changes in periodontal tissues during experimental osteoporosis. It was found that experimental osteoporosis in periodontal processes develop, accompanied by severe vascular disorders. Vascular disorders worsen the conditions of metabolism, which ultimately leads to destructive changes of argyrophilic and collagen fibrils, as well as individual nerve fibers with the development of dystrophic-inflammatory forms of periodontal disease*

**Key words:** inflammation, periodontitis, experiment

**Одольский Аркадий Вячеславович**  
Ассистент  
Ставропольский государственный медицинский университет  
г. Ставрополь, ул. Мира, 310

**Odolsky Arkady Vyacheslavovich**  
Assistant  
Stavropol state medical university  
Stavropol, Mira st., 310

Проблема реабилитации больных с дефектами зубов и зубных рядов путем протезирования с использованием несъемных конструкций на дентальных имплантатах является актуальной [2, 3, 8, 5, 21, 29, 33, 40, 45]. Такие конструкции имеют хорошие механические свойства, очень эстетичны [1, 14, 19, 23, 30, 31, 41, 42]. В тоже время они достаточно часто являются причиной возникновения заболеваний тканей пародонта опорных зубов [5, 7, 9, 13, 16, 18, 20, 36, 43]. Патологические изменения могут возникать как результат взаимодействия материала со средой полости рта и его воздействия на прилегающие ткани [4, 13, 29, 45]. Негативное действие несъемных зубных протезов на ткани пародонта опорных зубов может усугубляться конструктивными особенностями протеза, низкой гигиеной полости рта и другими факторами [10, 15, 44, 32]. Важнейшим компонентом поиска новых эффективных средств для лечения заболеваний пародонта является изучение механизмов возникновения, течения и исходов

заболевания и патологических процессов [6, 11, 24, 37, 39]. С другой стороны, предлагаемые методы лечения должны обладать пролонгированным воздействием на ткани пародонта [12, 17, 25, 26, 35, 37, 46]. Таким перспективным направлением может оказаться в ближайшее время применение лекарственных средств в составе пародонтальных повязок на основе цианакрилатов, поскольку клеевые повязки с иммобилизацией на их поверхности биологически активных соединений полимеризуются во влажной среде, не токсичны и не вызывают аллергии [22, 27, 28, 34, 38, 47].

**Цель исследования** – обоснование и разработка методики применения лечебной клеевой композиции при комплексном лечении воспалительных заболеваний пародонта.

**Материал и методы исследования.** Новая лечебная клеевая композиция (ЛКК) на основе цианакрилатов и мирамистина разработана на кафедре стоматологии СтГМУ. Проведено комплексное лечение 149 больных пародонтитом в возрасте от 19 до 55 лет. Все пациенты в зависимости от применяемого лечения были разделены на 2 группы. Основную группу составили 102 больных, которым в комплексной терапии применяли ЛКК, контрольную – 47 пациентов, которым накладывали твердеющую повязку на основе окиси цинка.

Методика применения ЛКК. Готовили ЛКК непосредственно перед применением и наносили на десну после предварительного высушивания и тщательного удаления зубных отложений, ликвидации острых воспалительных явлений, кюретажа и гингивотомии. ЛКК наносили на десну слоем толщиной 3-5 мм, выдавливая из смесителя. Через 2-3 мин наступала полимеризация всей композиции. Разработанный способ нанесения ЛКК с помощью пластмассового смесителя исключал прилипание композиции к рукам врача-стоматолога и рабочим инструментам и позволял наносить ее непосредственно на очаг воспаления. Эффективность проведенного комплексного лечения больных основной и контрольной групп оценивали по изменению клинических симптомов, с помощью проб Шиллера-Писарева, пародонтального индекса по Russel, времени образования вакуум-гематом по В. И. Кулаженко, а также реопародонтографии и рентгенологического исследования. Повторный осмотр проводили на 8-10-е сутки, через 6 месяцев и 1-2 года.

С целью моделирования условий диффузии мирамистина в окружающую среду из клеевой основы и изучения пролонгирующего антимикробного эффекта ЛКК исследования проводили в модельных опытах диализа в стерильных условиях. Тест-микробом служили 2 вида бактерий: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*. Антимикробную активность ЛКК изучали, пользуясь методом диффузии в агар с помощью бумажных дисков. При этом учитывали величину зон задержки роста *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* на чашках с однослойной зараженной средой.

Влияние ЛКК на течение воспаления и регенерацию десны исследовали с помощью гистологического и цитогенетического методов. Эксперименты проводили на 60 белых крысах. В качестве экспериментальной модели использовали химический ожог серной кислотой, воспроизводимый на десне крыс под эфирным наркозом. В контрольной группе (30 животных) ожоговая

поверхность оставалась открытой, в опытной (30 животных) – накладывали ЛКК. Эффективность терапии оценивали визуально и с помощью микроскопических исследований на 1, 3, 5, 7, 14-е сутки. Десну в области раны иссекали, фиксировали в 10% нейтральном формалине и растворе Карнуа. Парафиновые срезы окрашивали гематоксилином и эозином и азур-эозином. Цитогенетическое исследование проводили под микроскопом, определяя митотический индекс клеток росткового слоя эпителия.

Материалы исследования подвергнуты математической обработке на персональном компьютере с помощью пакетов статистических программ Exel 2007, Statistica for Windows 5.0. Результаты представлены в виде средней арифметической и ее стандартной ошибки ( $M \pm m$ ). По всем изучаемым показателям осуществляли расчет точечных и интервальных оценок: среднего значения, дисперсии, стандартной ошибки и абсолютной ошибки при доверительной вероятности  $\alpha = 0,95$ . Сравнение долей интересующего признака осуществлялось по методу Фишера.

**Результаты исследования.** Микробиологические исследования методом диализа позволили установить пролонгированный антимикробный эффект ЛКК. Влияние клеевой основы на антимикробную активность мирамистина в составе ЛКК, изученное методом дисков, подтверждает положительное взаимодействие и целесообразность применения мирамистина в составе ЛКК. Так, зоны задержки роста *E. coli* на чашках с 0,2% водным раствором хлоргексидина биглюконата и ЛКК составляли  $36,2 \pm 0,18$  и  $30,8 \pm 0,45$  мм соответственно ( $p < 0,01$ ), что свидетельствовало о наличии противомикробного эффекта у ЛКК.

Морфологическое исследование биоптатов десневых сосочков в контрольной группе животных выявило признаки воспалительного процесса, в эпителии – в виде паракератоза и вакуольной дистрофии, в собственной пластинке слизистой оболочки – отека и круглоклеточной инфильтрации. Гистологическое исследование в основной группе показало, что ЛКК интенсифицирует воспалительный процесс и ускоряет регенеративные механизмы в ране десны по сравнению с контролем. Об этом свидетельствовали активация тучных клеток, фибробластов, заметное повышение митотического индекса в опытной группе животных после наложения лечебной клеевой композиции.

Пародонтальную ЛКК применяли в процессе как консервативного, так и хирургического лечения пародонтита. Клинические наблюдения за больными в ходе лечения показали, что ЛКК сохранялась в полости рта 3-5 дней, защищая пародонт от внешних раздражителей, стимулируя процессы заживления, с последующим рассасыванием. Токсического влияния на организм, побочных явлений и аллергических реакций при использовании ЛКК не наблюдали. Применение ЛКК оказывало выраженный терапевтический эффект во всех возрастных группах больных пародонтитом с несъемными ортопедическими контрукциями на дентальных имплантатах. Купирование воспалительного процесса в тканях пародонта в основной группе больных наблюдалась в 69,51% случаев, в контрольной – в 48,94%. Это нашло подтверждение в нормализации клинических тестов и результатах функциональных методов исследования. Положительные различия наблюдались в величинах пародонтального индекса Russel (PI). Так,

при средней степени тяжести пародонтита значению PI  $0,36 \pm 0,43$  после лечения противостоял контрольный показатель  $0,98 \pm 0,02$  ( $p < 0,01$ ). Сопоставление динамики изменений резистентности капилляров показало, что проба Кулаженко при средней степени тяжести пародонтита у больных основной группы составляла на нижней челюсти  $47,42 \pm 0,59$  с против  $36,50 \pm 0,68$  с в контроле ( $p < 0,01$ ). После лечения у больных с пародонтитом наблюдались положительные сдвиги реопародонтографических показателей. При легкой степени генерализованного пародонтита у пациентов основной группы наступала нормализация показателя тонуса сосудов (ПТС) и индекса эластичности. Так, средний ПТС у них равнялся  $16,21 \pm 0,13\%$ , тогда как в группе контроля –  $17,63 \pm 0,28\%$  ( $p < 0,01$ ). Об улучшении кровотока свидетельствовала положительная динамика временных показателей пробы по Кулаженко.

Диспансерное наблюдение и повторные курсы лечения на протяжении 2 лет позволили констатировать стабилизацию процесса у 69,9% больных основной группы. Положительные отдаленные результаты лечения подтверждаются нормализацией клинических тестов и рентгенологическими исследованиями. Клинические наблюдения показали, что включение в комплекс лечебных мероприятий ЛКК способствовало сокращению сроков лечения в 1,5-2 раза по сравнению с таковыми в контроле.

**Заключение.** Таким образом, анализ проведенных клинико-лабораторных исследований свидетельствует о том, что разработанная лечебная клеевая композиция на основе цианакрилатов и мирамистина оказывает антимикробное действие, стимулирует процессы заживления, оптимизируя механизмы воспаления. Применение ЛКК демонстрирует выраженный терапевтический эффект, что позволяет рекомендовать ее в широкую стоматологическую практику.

#### **Список используемых источников:**

1. Будзинский Н.Э., Сирак С.В. Особенности лечения хронического верхушечного периодонтита с использованием мирамистина, иммобилизованного на композиционном полисорбе // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. №3. С. 133.
2. Будзинский Н.Э., Сирак С.В., Максимова Е.М., Сирак А.Г. Определение антимикробной активности мирамистина, иммобилизованного на композиционном полисорбе, на микрофлору корневых каналов при остром и обострившемся хроническом периодонтите и процесс остеофикации в эксперименте на животных // *Фундаментальные исследования*. 2013. №7-3. С. 518-522.
3. Быков И.М., Сирак А.Г., Сирак С.В. Апробация нового зубного эликсира для профилактики кариеса зубов в условиях эксперимента // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 4. С. 128.
4. Григорьянц Л.А., Сирак С.В., Будзинский Н.Э. Некоторые особенности топографии нижнечелюстного канала // *Клиническая стоматология*. 2006. № 1. С. 46-51.
5. Григорьян А.А., Сирак С.В., Сирак А.Г., Ханова С.А. Разработка и клиническое применение нового ранозаживляющего средства для лечения заболеваний слизистой оболочки полости рта у детей и подростков // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 2. С.41.
6. Коробкеев А.А., Сирак С.В., Копылова И.А. Изучение особенностей анатомо-топографического строения нижней челюсти для планирования эндодонтического и имплантологического лечения // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2010. Т.17. № 1. С. 17-22.
7. Рубцова Н.Г., Сирак С.В., Сирак А.Г. Индивидуальная гигиена полости рта и микроскопическая оценка структуры щетинок зубных щеток при их ежедневном использовании // *Эндодонтия Today*. 2013. № 3. С. 68-72.
8. Сирак С.В., Слетов А.А., Локтионова М.В., Локтионов В.В., Соколова Е.В. Диагностика, лечение и профилактика верхнечелюстного синусита, возникающего после эндодонтических вмешательств // *Пародонтология*. 2008. № 3. С. 14-18.

9. Сирак А.Г., Сирак С.В. Динамика репаративного дентиногенеза после лечения глубокого кариеса и острого очагового пульпита разработанной поликомпонентной лечебной пастой // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 5-2. С. 384-388.
10. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Пугина Ю.Н., Лолаева А.К., Афанасьева О.В., Локтионова М.В. Особенности выбора антимикробных препаратов для местного лечения воспалительных заболеваний пародонта у детей и подростков // *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2008. Т.7. № 4. С. 61-63.
11. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Копылова И.А. Осложнения, возникающие на этапе пломбирования корневых каналов зубов, их прогнозирование и профилактика // *Эндодонтия Today*. 2009. №1. С. 23-25.
12. Сирак С.В., Сирак А.Г., Копылова И.А., Бирагова А.К. Изучение морфологических изменений в пульпе зубов экспериментальных животных при лечении глубокого кариеса и острого очагового пульпита // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2011. Т. 23. №3. С. 29-33.
13. Сирак С.В., Щетинин Е.В., Слетов А.А. Субантральная аугментация пористым титаном в эксперименте и клинике // *Стоматология*. 2016. Т.95. №1. С.55-58.
14. Сирак С.В., Копылова И.А. Использование результатов анкетирования врачей-стоматологов для профилактики осложнений, возникающих на этапах эндодонтического лечения зубов // *Эндодонтия Today*. 2010. №1. С. 47-51.
15. Сирак С.В., Быков И.М., Сирак А.Г., Аكوпова Л.В. Профилактика кариеса и воспалительных заболеваний пародонта с использованием зубных эликсиров // *Кубанский научный медицинский вестник*. 2013. №6(141). С. 166-169.
16. Сирак С.В., Григорьянц Л.А., Федурченко А.В., Михайленко А.А. Способ оперативного доступа к нижнечелюстному каналу // Патент на изобретение RUS 2326619 09.01.2007
17. Сирак С.В., Коробкеев А.А., Шаповалова И.А., Михайленко А.А. Оценка риска осложнений эндодонтических манипуляций на основе показателей анатомо-топографического строения нижней челюсти // *Эндодонтия Today*. 2008. №2. С. 55-60.
18. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Афанасьева О.В. Профилактика воспалительных заболеваний пародонта у детей с использованием зубных ополаскивателей и эликсиров // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2007. Т. 8. № 4. С. 33-36.
19. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Максимова Е.М., Пригодин С.Н. Стоматологическая заболеваемость детского населения Ставропольского края до и после внедрения программы профилактики // *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2009. Т. 8. № 1. С. 64-66.
20. Сирак С.В., Казиева И.Э., Мартиросян А.К. Клинико-экспериментальное использование остеопластических материалов в сочетании с электромагнитным излучением для ускорения регенерации костных дефектов челюстей // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 5-2. С. 389-393.
21. Сирак С.В., Чеботарев В.В., Сирак А.Г., Григорьян А.А. Опыт использования местных ранозаживляющих средств при лечении вульгарной пузырчатки с локализацией на слизистой оболочке полости рта и губах // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2013. Т. 8. № 1. С. 59-62.
22. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Локтионова М.В., Лолаева А.К. Изучение эффективности ранозаживляющего средства для лечения заболеваний слизистой оболочки полости рта у детей и подростков // *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2008. Т. 7. № 2. С. 79-81.
23. Сирак С.В. Стоматологическая заболеваемость взрослого населения основных климатогеографических зон Ставропольского края // Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Ставропольская государственная медицинская академия. Ставрополь, 2003.
24. Сирак А.Г., Сирак С.В. Профилактика кариеса зубов и воспалительных заболеваний пародонта с использованием зубных эликсиров // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 4. С. 110.
25. Сирак С.В., Слетов А.А., Мартиросян А.К., Ибрагимов И.М., Перикова М.Г. Использование пористого титана для субантральной аугментации кости при денальной имплантации (экспериментальное исследование) // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2013. Т. 8. № 3. С. 42-44.
26. Сирак С.В., Долгалев А.А., Слетов А.А., Михайленко А.А. Изучение особенностей анатомо-топографического строения нижней челюсти для планирования эндодонтического и имплантологического лечения // *Институт стоматологии*. 2008. Т. 2. № 39. С. 84-87.
27. Сирак С.В., Слетов А.А., Гандылян К.С., Дагуева М.В. Непосредственная денальная имплантация у пациентов с включенными дефектами зубных рядов // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2011. Т. 21. №1. С. 51-54.
28. Сирак С.В., Слетов А.А., Ибрагимов И.М., Кодзоков Б.А. Влияние пористого титана на остеогенный потенциал клеток костного мозга in vitro // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2012. Т. 27. № 3. С. 22-25.

29. Сирак А.Г., Сирак С.В. Морфофункциональные изменения в пульпе зубов экспериментальных животных при лечении глубокого кариеса и острого очагового пульпита с использованием разработанных лекарственных композиций // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 2. С.44.
30. Сирак С.В., Слетов А.А., Алимов А.Ш., Цховребов А.Ч., Федурченко А.В., Афанасьева О.В. Клинико-экспериментальное обоснование применения препарата Коллост и биорезорбируемых мембран Диплен-гам и Пародонкол при удалении ретенированных и дистопированных нижних третьих моляров // *Стоматология*. 2008. Т. 87. №2. С. 10-14.
31. Сирак С.В., Копылова И.А., Чеботарев В.В., Аль-асфари Ф.М.С. Использование поликомпонентной адгезивной мази в сочетании с иммуномодулирующим препаратом в комплексной терапии пузырчатки // *Пародонтология*. 2012. Т. 17. № 2. С. 62-65.
32. Сирак С.В., Федурченко А.В., Сирак А.Г., Мажаренко Т.Г. Способ лечения радикулярной кисты челюсти // Патент на изобретение RUS 2326648 09.01.2007.
33. Сирак С.В., Ибрагимов И.М., Кодзоков Б.А., Перикова М.Г. Способ субантральной аугментации кости для установки дентальных имплантатов при атрофии альвеолярного отростка верхней челюсти // Патент на изобретение RUS 2469675 09.11.2011.
34. Щетинин Е.В., Сирак С.В., Батулин В.А., Сирак А.Г., Игнатиади О.Н., Вафияди М.Ю., Петросян Г.Г., Паразян Л.А., Дыгов Э.А., Арутюнов А.В., Цховребов А.Ч. Результаты мониторинга потребления противомикробных препаратов в амбулаторной практике // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2015. Т. 10. № 1 (37). С. 80-84. DOI: 10.14300/mnnc.2015.10013
35. Щетинин Е.В., Сирак С.В., Игнатиади О.Н., Сирак А.Г., Демурова М.К., Дыгов Э.А. Экспериментально-лабораторное обоснование выбора антибактериальных средств для лечения периодонтита // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2014. Т. 9. № 4 (36). С. 349-351.
36. Grimm W.D., Dannan A., Giesenhagen B., Schau I., Varga G., Vukovic M. A., Sirak S.V. Translational research: palatal-derived ecto-mesenchymal stem cells from human palate: a new hope for alveolar bone and cranio-facial bone reconstruction // *International Journal of Stem Cells*. 2014. 7(1). P.23-29.
37. Grimm, W.-D., Ploger M., Schau I., Vukovic M.A., Shchetinin E.V., Akkalaev A.B., Avanesian R.A., Sirak S.V. Complex, three-dimensional reconstruction of critical size defects following delayed implant placement using stem cell-containing subepithelial connective tissue graft and allogenic human bone blocks for horizontal alveolar bone augmentation: a case report as proof of clinical study principles // *Medical news of North Caucasus*. 2014. № 2(9). P. 125-127. DOI: 10.14300/mnnc.2014.09037.
38. Grimm W. D., Ploger M., Schau I., Vukovic M.A., Shchetinin E., Akkalaev A. B., Arutunov A.V., Sirak S.V. Prefabricated 3d allogenic bone block in conjunction with stem cell-containing subepithelial connective tissue graft for horizontal alveolar bone augmentation: a case report as proof of clinical study principles // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2014. № 2(34). С. 175-178.
39. Mikhalchenko D.V., Poroshin A.V., Mikhalchenko V.F., Firsova I.V., Sirak S.V. Influence of transcranial electrostimulation on the osseointegration of dental implant in the experiment // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014. T.5. № 5. С.705-711.
40. Grimm W.D., Arnold W.A., Sirak S.W., Vukovich M.A., Videra D., Giesenhagen B. Clinical, radiographic, and histological analyses after transplantation of crest-related palatal-derived ectomesenchymal stem cells (paldscs) for improving vertical alveolar bone augmentation in critical size alveolar defects // *Journal of Clinical Periodontology*. 2015; 42 (S17): 366b-366.
41. Sirak S.V., Avanesyan R.A., Akkalaev A.B., Demurova M.K., Dyagtyar E.A., Sirak A.G. Microbiocenosis of oral cavity in patients with dental implants and over-dentures // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014. T.5. № 5. С.698-704.
42. Sirak S.V., Arutyunov A.V., Shchetinin E.V., Sirak A.G., Akkalaev A. B., Mikhalchenko D.V. Clinical and morphological substantiation of treatment of odontogenic cysts of the maxilla // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014. T.5. № 5. С.682-690.
43. Sirak S.V., Shchetinin E.V. Prevention of complications in patients suffering from pathological mandibular fractures due to bisphosphonate-associated osteonecroses // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015. T.6. № 5. С.1678-1684.
44. Sirak S.W., Entschladen F., Shchetinin E.W., Grimm W.D. Low-level laser irradiation (810 nm) with toluidinblue photosensitizer promotes proliferation and differentiation of human oral fibroblasts evaluated in vitro. *Journal of Clinical Periodontology* // 2015. Т. 42. № S17. С. 328a-328.
45. Sirak S.V., Avanesyan R.A., Sirak A.G., Shchetinin E.V., Demurova M.K. Social composition and motivation of patients in applying for implant dental service // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014. T. 5. № 5. С. 691-697.

46. Shchetinin E.V., Sirak S.V., Khodzhayan A.B., Dilekova O.V., Sirak A.G., Vafiadi M.Yu., Parazyan L.A., Arutyunov A.V. Pathogenetic aspects of dental pulp pathology // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2015. Т. 10. № 2 (38). С. 187-191.

47. Firsova I.V., Makedonova Iu.A., Mikhalchenko D.V., Poroiskii S.V., Sirak S.V. Clinical and experimental study of the regenerative features of oral mucosa under autohemotherapy // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2015. Т. 6. №6. С. 1711-1716.

© 2016, Одольский А.В.

*Патоморфологические особенности тканей пародонта в эксперименте на животных*

© 2016, Odolsky A.V.

*Pathologic features of periodontal tissues in animal experiments*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.477

Поступила (Received): 06.10.2016

**Одольский А.В.****Лечение воспалительных заболеваний пародонта у больных с ортопедическими конструкциями****Odolsky A.V.****Treatment of inflammatory periodontal diseases in patients with orthopedic designs**

В статье представлены результаты исследования по разработке методики применения лечебной клеевой композиции и изучению ее эффективности при комплексном лечении воспалительных заболеваний пародонта при использовании несъемных ортопедических конструкций на дентальных имплантатах. Анализ проведенных клинико-лабораторных исследований показал, что разработанная лечебная клеевая композиция на основе цианакрилатов и мирамистина оказывает антимикробное действие и стимулирует процессы заживления тканей пародонта

**Ключевые слова:** пародонтит, ортопедические конструкции, воспаление

**Одольский Аркадий Вячеславович**

Ассистент

Ставропольский государственный медицинский университет

г. Ставрополь, ул. Мира, 310

The article presents the results of a study on the development of methods of application of medical adhesive composition and the study of its efficacy in complex treatment of inflammatory periodontal diseases using non-removable prosthetic dental implants. Analysis of clinical and laboratory studies have shown that medical adhesive composition based cyanacrylate and Miramistin antimicrobial effect and stimulates the healing process of periodontal tissue

**Key words:** periodontal disease, prosthetic, inflammation

**Odolsky Arkady Vyacheslavovich**

Assistant

Stavropol state medical university

Stavropol, Mira st., 310

Проблеме патоморфологии различных органов и систем человека в условиях остеопороза в настоящее время уделяется достаточно много внимания [5, 7, 9, 13, 16, 18, 20, 36, 43]. При проведении исследовательской работы с костями или суставами часто требуется воспроизвести остеопороз или остеоартроз в виде экспериментальной модели [2, 3, 8, 5, 21, 29, 33, 40, 45]. Задача – искусственно вызвать требуемое заболевание с последующим проведением экспериментальных исследований по изучению влияния различных терапевтических методик и средств на его течение [1, 14, 19, 23, 30, 31, 41, 42]. Наука располагает достаточно большим выбором способов, позволяющих получить дегенеративные изменения в костях [10, 15, 44, 32] или суставном хряще [4, 13, 29, 45] и других структурах скелета [6, 11, 24, 37, 39]. Несколько сложнее обстоит дело с тканями пародонта, что объясняется влиянием многих факторов, включая общую резистентность и тесную взаимосвязь патологии пародонта с заболеваниями

других органов и систем организма [22, 27, 28, 34, 38, 47]. Нам удалось найти в литературе единичные работы, касающихся изучения патоморфологических изменений в тканях пародонта при экспериментальном остеопорозе [12, 17, 25, 26, 35, 37, 46], что стало основанием для проведения настоящего научно-экспериментального исследования.

**Цель исследования** – изучить морфологические изменения в пародонте в условиях экспериментального остеопороза.

**Материалы и методы исследования.** Экспериментальное исследование проведено на 6 двухгодовалых овцах Северо-Кавказской породы (основная группа). Под общим наркозом животным выполнялась овариоэктомия, затем в течение 3 месяцев производились внутривенные инъекции дексаметазона по переходной складке животного по 10 мг/кг массы, 2 инъекции в неделю. Забор материала производили в области нижних резцов (зацепов) под общим наркозом (Zoletil-50), сначала удалялись зубы, потом – соответствующие участки тканей пародонта через 15, 30, 60, 90 и 120 суток после начала опыта. В группе контроля исследовали ткани пародонта у 2 интактных животных. Выделенные блоки фиксировали 8-10 суток в 12% растворе нейтрального формалина, подвергали декальцинации в смеси равных объемов 10% муравьиной и 8% соляной кислот, промывали под проточной водой, проводили по банкам спиртов возрастающей плотности и заливали в целлоидин. Срезы толщиной 3-5 мк окрашивали гематоксилин-эозином, по Маллори, Ван Гизон, по Массону. Из части декальцинированных блоков готовили срезы для выявления состояния нервных элементов путем импрегнации азотнокислым серебром по методу Билюшова-Гросс.

Эксперимент на животных проведен в соответствии с принципами надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт «Принципы надлежащей лабораторной практики» ГОСТ Р 53434-2009) и положительным заключением этического комитета СтГМУ №39 от 16.04.2014. Исследование осуществлено в рамках Государственного задания Министерства здравоохранения Российской Федерации для ГБОУ ВПО «Ставропольский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации по осуществлению научных исследований и разработок по теме: «Ткани пародонта в регенерации и иммуномодуляции» от 14.01.2014 №302/09 совместно с Всероссийским НИИ овцеводства и козоводства (Ставрополь).

**Результаты исследования.** Анализ полученных данных при изучении гистологических препаратов зубоальвеолярных сегментов показал, что после через 15 суток овариоэктомии пародонт разрыхлен и полнокровен. Сосуды всюду расширены и инъецированы, местами выявляется периваскулярный отек. В отдельных сосудах выражено застойное полнокровие. В периодонте обнаруживаются очаги диапедезных микрокровоизлияний. Стенки кровеносных сосудов выглядят разрыхленными, отечными, местами обнаруживается нарушение их целостности. На поперечном срезе в средней трети 1 и 2 резцов в периодонте выявляются резкое полнокровие сосудов, отек сосудистых стенок, диапедез эритроцитов.

Надкостница лунки зуба на отдельных участках разрыхлена. Адамантобласты обычной структуры, порой с вестибулярной поверхности резцов отслоены от эмали на значительном протяжении. В пространствах между шарпеевскими волокнами, выполненными рыхлой соединительной тканью, отмечается значительное скопление элементов крови, сосуды резко расширены. Стенки отдельных сосудов деструктивно изменены, нарушена их целостность. Круговые связки местами разрыхлены и неплотно охватывают зубы, порой отслоены от эмали скопившейся кровью. Шарпеевские волокна выглядят грубыми, набухшими. На препаратах, импрегнированных по методу Бильшовского-Гросс, в большом количестве обнаруживаются пучки нервных волокон. Всюду выявляются неравномерное набухание осевых цилиндров и булавовидные утолщения отдельных нервных волокон.

Спустя 30 суток в пародонте нарастают сосудистые нарушения, выявляются выраженное полнокровие сосудов с обширными кровоизлияниями в периодонтальную щель и в толщу межзубных связок, набухание, выраженная аргентофилия и разрыхленность шарпеевских волокон. Наблюдается разволокнение нервных пучков с явлениями баллонной дистрофии нервных волокон. Отдельные нервные волокна фрагментированы, прерывисты. Заметные варикозные утолщения и расширения чередуются с неизменной структурой нервного волокна. Эпителий десневых карманов и слизистая оболочка десны разрыхлены; выражены отек и сглаженность соединительнотканых сосочков. Стенки сосудов подэпителиального слоя десны утолщены, просветы их сужены.

Через 60 дней в гистологической картине пародонта, кроме описанных выше изменений, отмечается некоторое нарастание микрокровоизлияний. Коллагеновые волокна утолщены, отечны, разрыхлены и недостаточно четко импрегнируются солями серебра.

Спустя 120 суток в пародонте обнаруживается заметное снижение сосудистых реакций и интенсивности отека. Пародонт имеет нормальную гистологическую структуру, но на некоторых препаратах в периодонтальной щели и в пространствах между пучками коллагеновых волокон обнаруживаются округлой формы различного диаметра полости. Коллагеновые волокна, входящие в пучки, обычного строения, но в сравнении с препаратами нормального пародонта выглядят извилистыми, порой деформированными и булавовидно утолщенными. Сосуды пародонта умеренно расширены и выполнены элементами крови. Надкостница и слизистая оболочка десны без особенностей. Нервные пучки пародонта разволокнены, отдельные булавовидно утолщены. На некоторых препаратах в периодонтальной щели наряду с интактными встречаются фрагментированные нервные волокна с неравномерным набуханием осевого цилиндра.

Наблюдаемые нами патоморфологические изменения пародонта животных в условиях экспериментального остеопороза являются местными проявлениями общего состояния организма, напоминающего острую гипоксию тканей от недостатка кислорода.

По нашим данным, морфологическая картина пародонта, наблюдаемая в динамике в условиях экспериментального остеопороза, в первую очередь

сводится к сосудистым расстройствам, набуханию стенок кровеносных сосудов, диапедезу эритроцитов, пропотеванию белковой жидкости в окружающую сосуды ткань с последующим набуханием волокнистых структур и незначительными деструктивными изменениями нервных волокон. Исследования показали, что эти явления обратимы, и спустя 120 суток на первый план выходят явления компенсации, в пародонте начинают восстанавливаться некоторые гистологические структуры.

На наш взгляд, изыскание средств профилактики заболеваний пародонта при остеопорозе должно быть направлено, прежде всего, на купирование местной гипоксии тканей пародонта, поскольку длительная гипоксия приводит к дистрофически-воспалительным формам пародонтоза. Одним из эффективных направлений профилактики и лечения данной патологии могла бы стать активная местная гипербарическая оксигенация тканей пародонта с использованием гиперкапнических газовых смесей (например, углекислого газа и кислорода).

**Заключение.** При экспериментальном остеопорозе в пародонте развиваются процессы, сопровождающиеся острыми сосудистыми расстройствами: набуханием сосудистой стенки, диапедезом эритроцитов, кровоизлияниями, отеком и разрыхлением окружающей ткани. Сосудистые расстройства ухудшают условия обмена веществ, что в конечном итоге приводит к частичным деструктивным изменениям аргирофильных и коллагеновых фибрилл, а также отдельных нервных волокон.

#### **Список используемых источников:**

1. Будзинский Н.Э., Сирак С.В. Особенности лечения хронического верхушечного периодонтита с использованием мирамистина, иммобилизованного на композиционном полисорбе // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. №3. С. 133.
2. Будзинский Н.Э., Сирак С.В., Максимова Е.М., Сирак А.Г. Определение антимикробной активности мирамистина, иммобилизованного на композиционном полисорбе, на микрофлору корневых каналов при остром и обострившемся хроническом периодонтите и процесс остеофикации в эксперименте на животных // *Фундаментальные исследования*. 2013. №7-3. С. 518-522.
3. Быков И.М., Сирак А.Г., Сирак С.В. Апробация нового зубного эликсира для профилактики кариеса зубов в условиях эксперимента // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 4. С. 128.
4. Григорьянц Л.А., Сирак С.В., Будзинский Н.Э. Некоторые особенности топографии нижнечелюстного канала // *Клиническая стоматология*. 2006. № 1. С. 46-51.
5. Григорьян А.А., Сирак С.В., Сирак А.Г., Ханова С.А. Разработка и клиническое применение нового ранозаживляющего средства для лечения заболеваний слизистой оболочки полости рта у детей и подростков // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 2. С.41.
6. Коробкеев А.А., Сирак С.В., Копылова И.А. Изучение особенностей анатомо-топографического строения нижней челюсти для планирования эндодонтического и имплантологического лечения // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2010. Т.17. № 1. С. 17-22.
7. Рубцова Н.Г., Сирак С.В., Сирак А.Г. Индивидуальная гигиена полости рта и микроскопическая оценка структуры щетинок зубных щеток при их ежедневном использовании // *Эндодонтия Today*. 2013. № 3. С. 68-72.
8. Сирак С.В., Слетов А.А., Локтионова М.В., Локтионов В.В., Соколова Е.В. Диагностика, лечение и профилактика верхнечелюстного синусита, возникающего после эндодонтических вмешательств // *Пародонтология*. 2008. № 3. С. 14-18.
9. Сирак А.Г., Сирак С.В. Динамика репаративного дентиногенеза после лечения глубокого кариеса и острого очагового пульпита разработанной поликомпонентной лечебной пастой // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 5-2. С. 384-388.
10. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Пугина Ю.Н., Лолаева А.К., Афанасьева О.В., Локтионова М.В. Особенности выбора антимикробных препаратов для местного лечения воспалительных

- заболеваний пародонта у детей и подростков // *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2008. Т.7. № 4. С. 61-63.
11. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Копылова И.А. Осложнения, возникающие на этапе пломбирования корневых каналов зубов, их прогнозирование и профилактика // *Эндодонтия Today*. 2009. №1. С. 23-25.
12. Сирак С.В., Сирак А.Г., Копылова И.А., Бирагова А.К. Изучение морфологических изменений в пульпе зубов экспериментальных животных при лечении глубокого кариеса и острого очагового пульпита // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2011. Т. 23. №3. С. 29-33.
13. Сирак С.В., Щетинин Е.В., Слетов А.А. Субантральная аугментация пористым титаном в эксперименте и клинике // *Стоматология*. 2016. Т.95. №1. С.55-58.
14. Сирак С.В., Копылова И.А. Использование результатов анкетирования врачей-стоматологов для профилактики осложнений, возникающих на этапах эндодонтического лечения зубов // *Эндодонтия Today*. 2010. №1. С. 47-51.
15. Сирак С.В., Быков И.М., Сирак А.Г., Акопова Л.В. Профилактика кариеса и воспалительных заболеваний пародонта с использованием зубных эликсиров // *Кубанский научный медицинский вестник*. 2013. №6(141). С. 166-169.
16. Сирак С.В., Григорьянц Л.А., Федурченко А.В., Михайленко А.А. Способ оперативного доступа к нижнечелюстному каналу // Патент на изобретение RUS 2326619 09.01.2007
17. Сирак С.В., Коробкеев А.А., Шаповалова И.А., Михайленко А.А. Оценка риска осложнений эндодонтических манипуляций на основе показателей анатомо-топографического строения нижней челюсти // *Эндодонтия Today*. 2008. №2. С. 55-60.
18. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Афанасьева О.В. Профилактика воспалительных заболеваний пародонта у детей с использованием зубных ополаскивателей и эликсиров // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2007. Т. 8. № 4. С. 33-36.
19. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Максимова Е.М., Пригодин С.Н. Стоматологическая заболеваемость детского населения Ставропольского края до и после внедрения программы профилактики // *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2009. Т. 8. № 1. С. 64-66.
20. Сирак С.В., Казиева И.Э., Мартиросян А.К. Клинико-экспериментальное использование остеопластических материалов в сочетании с электромагнитным излучением для ускорения регенерации костных дефектов челюстей // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 5-2. С. 389-393.
21. Сирак С.В., Чеботарев В.В., Сирак А.Г., Григорьян А.А. Опыт использования местных ранозаживляющих средств при лечении вульгарной пузырчатки с локализацией на слизистой оболочке полости рта и губах // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2013. Т. 8. № 1. С. 59-62.
22. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Локтионова М.В., Лолаева А.К. Изучение эффективности ранозаживляющего средства для лечения заболеваний слизистой оболочки полости рта у детей и подростков // *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2008. Т. 7. № 2. С. 79-81.
23. Сирак С.В. Стоматологическая заболеваемость взрослого населения основных климатогеографических зон Ставропольского края // Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Ставропольская государственная медицинская академия. Ставрополь, 2003.
24. Сирак А.Г., Сирак С.В. Профилактика кариеса зубов и воспалительных заболеваний пародонта с использованием зубных эликсиров // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 4. С. 110.
25. Сирак С.В., Слетов А.А., Мартиросян А.К., Ибрагимов И.М., Перикова М.Г. Использование пористого титана для субантральной аугментации кости при денальной имплантации (экспериментальное исследование) // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2013. Т. 8. № 3. С. 42-44.
26. Сирак С.В., Долгалев А.А., Слетов А.А., Михайленко А.А. Изучение особенностей анатомо-топографического строения нижней челюсти для планирования эндодонтического и имплантологического лечения // *Институт стоматологии*. 2008. Т. 2. № 39. С. 84-87.
27. Сирак С.В., Слетов А.А., Гандылян К.С., Дагуева М.В. Непосредственная денальная имплантация у пациентов с включенными дефектами зубных рядов // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2011. Т. 21. №1. С. 51-54.
28. Сирак С.В., Слетов А.А., Ибрагимов И.М., Кодзоков Б.А. Влияние пористого титана на остеогенный потенциал клеток костного мозга *in vitro* // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2012. Т. 27. № 3. С. 22-25.
29. Сирак А.Г., Сирак С.В. Морфофункциональные изменения в пульпе зубов экспериментальных животных при лечении глубокого кариеса и острого очагового пульпита с использованием разработанных лекарственных композиций // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 2. С.44.

30. Сирак С.В., Слетов А.А., Алимов А.Ш., Цховребов А.Ч., Федурченко А.В., Афанасьева О.В. Клинико-экспериментальное обоснование применения препарата Коллост и биорезорбируемых мембран Диплен-гам и Пародонкол при удалении ретенированных и дистопированных нижних третьих моляров // *Стоматология*. 2008. Т. 87. №2. С. 10-14.
31. Сирак С.В., Копылова И.А., Чеботарев В.В., Аль-асфари Ф.М.С. Использование поликомпонентной адгезивной мази в сочетании с иммуномодулирующим препаратом в комплексной терапии пузырьчатки // *Пародонтология*. 2012. Т. 17. № 2. С. 62-65.
32. Сирак С.В., Федурченко А.В., Сирак А.Г., Мажаренко Т.Г. Способ лечения радикулярной кисты челюсти // Патент на изобретение RUS 2326648 09.01.2007.
33. Сирак С.В., Ибрагимов И.М., Кодзоков Б.А., Перикова М.Г. Способ субантральной аугментации кости для установки дентальных имплантатов при атрофии альвеолярного отростка верхней челюсти // Патент на изобретение RUS 2469675 09.11.2011.
34. Щетинин Е.В., Сирак С.В., Батулин В.А., Сирак А.Г., Игнатиади О.Н., Вафияди М.Ю., Петросян Г.Г., Паразян Л.А., Дыгов Э.А., Арутюнов А.В., Цховребов А.Ч. Результаты мониторинга потребления противомикробных препаратов в амбулаторной практике // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2015. Т. 10. № 1 (37). С. 80-84. DOI: 10.14300/mnnc.2015.10013
35. Щетинин Е.В., Сирак С.В., Игнатиади О.Н., Сирак А.Г., Демурова М.К., Дыгов Э.А. Экспериментально-лабораторное обоснование выбора антибактериальных средств для лечения периодонтита // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2014. Т. 9. № 4 (36). С. 349-351.
36. Grimm W.D., Dannan A., Giesenhagen B., Schau I., Varga G., Vukovic M. A., Sirak S.V. Translational research: palatal-derived ecto-mesenchymal stem cells from human palate: a new hope for alveolar bone and cranio-facial bone reconstruction // *International Journal of Stem Cells*. 2014. 7(1). P.23-29.
37. Grimm, W.-D., Ploger M., Schau I., Vukovic M.A., Shchetinin E.V., Akkalaev A.B., Avanesian R.A., Sirak S.V. Complex, three-dimensional reconstruction of critical size defects following delayed implant placement using stem cell-containing subepithelial connective tissue graft and allogenic human bone blocks for horizontal alveolar bone augmentation: a case report as proof of clinical study principles // *Medical news of North Caucasus*. 2014. № 2(9). P. 125-127. DOI: 10.14300/mnnc.2014.09037.
38. Grimm W. D., Ploger M., Schau I., Vukovic M.A., Shchetinin E., Akkalaev A. B., Arutunov A.V., Sirak S.V. Prefabricated 3d allogenic bone block in conjunction with stem cell-containing subepithelial connective tissue graft for horizontal alveolar bone augmentation: a case report as proof of clinical study principles // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2014. № 2(34). С. 175-178.
39. Mikhalchenko D.V., Poroshin A.V., Mikhalchenko V.F., Firsova I.V., Sirak S.V. Influence of transcranial electrostimulation on the osseointegration of dental implant in the experiment // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014. T.5. № 5. С.705-711.
40. Grimm W.D., Arnold W.A., Sirak S.W., Vukovich M.A., Videra D., Giesenhagen B. Clinical, radiographic, and histological analyses after transplantation of crest-related palatal-derived ectomesenchymal stem cells (paldscs) for improving vertical alveolar bone augmentation in critical size alveolar defects // *Journal of Clinical Periodontology*. 2015; 42 (S17): 366b-366.
41. Sirak S.V., Avanesyan R.A., Akkalaev A.B., Demurova M.K., Dyagtyar E.A., Sirak A.G. Microbiocenosis of oral cavity in patients with dental implants and over-dentures // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014. T.5. № 5. С.698-704.
42. Sirak S.V., Arutyunov A.V., Shchetinin E.V., Sirak A.G., Akkalaev A. B., Mikhalchenko D.V. Clinical and morphological substantiation of treatment of odontogenic cysts of the maxilla // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014. T.5. № 5. С.682-690.
43. Sirak S.V., Shchetinin E.V. Prevention of complications in patients suffering from pathological mandibular fractures due to bisphosphonate-associated osteonecroses // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015. T.6. № 5. С.1678-1684.
44. Sirak S.W., Entschladen F., Shchetinin E.W., Grimm W.D. Low-level laser irradiation (810 nm) with toluidinblue photosensitizer promotes proliferation and differentiation of human oral fibroblasts evaluated in vitro. *Journal of Clinical Periodontology* // 2015. T. 42. № S17. С. 328a-328.
45. Sirak S.V., Avanesyan R.A., Sirak A.G., Shchetinin E.V., Demurova M.K. Social composition and motivation of patients in applying for implant dental service // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014. T. 5. № 5. С. 691-697.
46. Shchetinin E.V., Sirak S.V., Khodzhayan A.B., Dilekova O.V., Sirak A.G., Vafiadi M.Yu., Parazyan L.A., Arutyunov A.V. Pathogenetic aspects of dental pulp pathology // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2015. Т. 10. № 2 (38). С. 187-191.

47. Firsova I.V., Makedonova Iu.A., Mikhalchenko D.V., Poroiskii S.V., Sirak S.V. *Clinical and experimental study of the regenerative features of oral mucosa under autohemotherapy // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015. Т. 6. №6. С. 1711-1716.

---

© 2016, Одольский А.В.

*Лечение воспалительных заболеваний пародонта у больных с ортопедическими конструкциями*

---

© 2016, Odolsky A.V.

*Treatment of inflammatory periodontal diseases in patients with orthopedic designs*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.484

Поступила (Received): 08.10.2016

**Патрушева М.С.  
Противовоспалительная эффективность  
медикаментозного комплекса «Асепта»  
при лечении хронического генерализованного  
пародонтита легкой степени тяжести**

**Patrusheva M.S.  
The anti-inflammatory efficacy of medical complex "Asepta"  
in the treatment of mild chronic generalized periodontitis**

*Проведено исследование противовоспалительной эффективности медикаментозного комплекса Асепта. При проведении исследования учитывались клинические показатели и параметры цитокинового профиля десневой жидкости. Применение описанных препаратов способствует не только купированию клинических симптомов воспаления в пародонте, но и восстановлению баланса цитокинов в тканях*

**Ключевые слова:** пародонтит, цитокины, местная медикаментозная терапия

**Патрушева Марина Сергеевна**  
Кандидат медицинских наук, ассистент  
Волгоградский государственный медицинский университет  
г. Волгоград пл. Павших борцов, 1

*A study of the effectiveness of anti-drug complex Asepta. The study took into account clinical variables and parameters of gingival fluid cytokine profile. The use of the described drugs promotes not only the relief of clinical symptoms of inflammation in the periodontium, but also restore the balance of cytokines in the tissues*

**Key words:** periodontitis, cytokines, local medicament therapy

**Patrusheva Marina Sergeevna**  
Candidate of Medical Sciences, Assistant  
Volgograd state medical university  
Volgograd, Pavshikh Bortsov sq., 1

Местная медикаментозная терапия является неотъемлемой частью комплексного лечения заболеваний пародонта [1, с.77; 2, с.12]. Пародонтит является многофакторным заболеванием, носящим, однако, преимущественно воспалительный характер, в связи с чем, медикаментозное лечение должно воздействовать как на этиологический фактор-микрофлору, так и на максимальное количество звеньев патогенеза самих воспалительных реакций [5, с.1312; 6, с. 60].

**С целью** оценки противовоспалительной эффективности медикаментозного комплекса «Асепта» при лечении хронического генерализованного пародонтита легкой степени тяжести было обследовано 38 пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом легкой степени тяжести в возрасте 20-35 лет, без выраженной сопутствующей патологии. После стандартной начальной терапии пародонтита легкой степени тяжести, для домашнего использования па-

циентам назначались препараты серии «Асепта», включающей лечебно-профилактическую зубную пасту, ополаскиватель с бензидамином и хлоргексидином, адгезивный бальзам и гель для десен с прополисом. Курс лечения составлял 14 дней. Контрольную группу составили 22 добровольца с интактным пародонтом.

Всем пациентам проводилась индексная оценка состояния пародонта: уровень гигиены оценивался по упрощенному индексу по Green J.C., Vermillion J.R. (ИГ), наличие и степень воспаления десны – по пробе Шиллера-Писарева и йодному числу Свракова (ИЧ), степень кровоточивости (ИК) – по Muhlemann H.P., Son S. Эффективность лечения (ЭЛ) оценивалась по индексу эффективности С.Б. Улитовского.

Предметом лабораторного исследования служила десневая жидкость, которая использовалась для определения цитокинового профиля: концентрации провоспалительных цитокинов αФНО, ИЛ-1β и противовоспалительного ИЛ-4 методом твердофазного иммуноферментного анализа, используя соответствующие наборы фирмы «Цитокин» (г. Санкт-Петербург) и «Вектор-бест» (г. Новосибирск), а также значения соотношения ИЛ-1β/ИЛ-4).

### Результаты и их обсуждение.

Согласно данным исследований, приведенным в таблице 1, уже через 7 дней после начала лечения отмечалась положительная динамика клинических показателей. Пациенты отмечали уменьшение кровоточивости и неприятного запаха изо рта, устранение дискомфорта в деснах, что подтверждается снижением значений пародонтальных индексов до значений контрольной группы к 14 дню. Показатели оставались стабильными на протяжении всего периода наблюдения, что свидетельствовало о стойком купировании клинических симптомов воспаления.

**Таблица 1. Динамика клинических показателей в ходе лечения (M±m)**

Группа	Показатель	До лечения	7 дней	14 дней	60 дней	120 дней	180 дней
Группа обследования n=38	ИГ (в баллах)	3,11±0,11 *	0,25±0,06 ***	0,11±0,03 ***	0,16±0,03 ***	0,40±0,05 ***	0,66±0,06 ***
	ИЧ (в баллах)	1,8±0,12 *	0,42±0,06 ***** (2,3)	0,07±0,02 ** (2,3)	0,02±0,01 **	0,06±0,02 **	0,06±0,03 ** (3)
	ИК (в баллах)	1,55±0,11 *	0,27±0,06 ***** (2,3)	0,04±0,02 ** (2,3)	0,03±0,01 **	0,05±0,02 **	0,07±0,04 ** (2,3)
	ЭЛ (в %)	-	78,89±2,81 *** (2,3)	97,2±0,61 *** (2,3)	98,39±0,69	97,61±0,91 *** (2)	96,73±1,13 *** (2,3)
Контрольная группа (n=22)	ИГ (в баллах)	1,4±0,08					
	ИЧ (в баллах)	0,02±0,02					
	ИК (в баллах)	0,01±0,01					

Через 7 дней после начала лечения у обследованных пациентов отмечалось небольшое увеличение продукции цитокинов, вызванное травмирующим воздействием на ткани десны процедуры снятия зубных отложений ультразвуком и полировки поверхности зубов (таблица 2).

**Таблица 2. Изменение цитокинового профиля десневой жидкости в ходе лечения (M±m)**

Группа	Показатель	До лечения	7 дней	14 дней	60 дней	120 дней	180 дней
Группа обследования n=38	ИЛ-1 (пг/мл)	303,9±2,76 *	314,21±3,31 ***	258,55±4,73 ***** (2,3)	115,93±0,92 ***** (2,3)	114,35±0,57 ***** (2,3)	112,07±0,51 ***** (2,3)
	ИЛ-4 (пг/мл)	3,52±0,02 *	3,64±0,04 ***	5,39±0,10 ***** (2,3)	12,87±0,13 ***** (2,3)	12,51±0,07 ***** (2,3)	12,37±0,08 ***** (2,3)
	ИЛ-1/ИЛ-4 (пг/мл)	86,41±0,7 *	86,43±0,87 *** (3)	48,22±0,92 ***** (2,3)	9,03±0,09 ***** (2,3)	9,15±0,07 ***** (2)	9,07±0,06 ***** (2)
	ФНО (пг/мл)	810,0±5,0 *	807,0±3,80 **** (2,3)	667,36±6,07 ***** (2,3)	78,51±0,91 ***** (2,3)	75,82±0,63 ***** (3)	77,07±0,64 ***** (3)
Контрольная группа (n=22)	ИЛ-1 (пг/мл)	95,22±1,84	ИЛ-1 (пг/мл)	95,22±1,84	ИЛ-1 (пг/мл)	95,22±1,84	ИЛ-1 (пг/мл)
	ИЛ-4 (пг/мл)	11,30±0,22	ИЛ-4 (пг/мл)	11,30±0,22	ИЛ-4 (пг/мл)	11,30±0,22	ИЛ-4 (пг/мл)
	ИЛ-1/ИЛ-4 (пг/мл)	8,44±0,12	ИЛ-1/ИЛ-4 (пг/мл)	8,44±0,12	ИЛ-1/ИЛ-4 (пг/мл)	8,44±0,12	ИЛ-1/ИЛ-4 (пг/мл)
	ФНО (пг/мл)	48,05±0,30	ФНО (пг/мл)	48,05±0,30	ФНО (пг/мл)	48,05±0,30	ФНО (пг/мл)

К 14 дню отмечалась тенденция к снижению концентрации в десневой жидкости провоспалительных цитокинов ИЛ-1β и ФНОα на фоне увеличения продукции противовоспалительного ИЛ-4, коррелирующая с клинической картиной. Соотношение ИЛ-1β/ИЛ-4 по-прежнему было смещено в сторону ИЛ-1β и достоверно отличалось от значений контрольной группы, что свидетельствует о преобладании клеточного звена иммунитета (линия Тх0-Тх1 с активацией цитотоксических лимфоцитов).

Через 60 дней уровень ИЛ-1β в десневой жидкости пациентов достиг значений, близких к контрольной группе – 115,93±0,92 пг/мл, что на 61,94±0,51% ниже, чем до лечения. В последующие сроки наблюдения данный показатель существенно не изменился, сохраняя тенденцию к незначительному снижению.

Полученные данные свидетельствуют о стабилизации воспалительного процесса у пациентов группы обследования.

Концентрация ИЛ-4 через 60 дней повысилась до 12,87±0,13 пг/мл (на 267,55±5,73%). Через 120 дней его содержание в десневой жидкости составило 112,51±0,07 пг/мл (256,04±3,33%), через 180 дней- 12,37±0,08 пг/мл (252,51±3,59%).

Таким образом, максимальные значения данного показателя были зарегистрированы на 60 день и оставались стабильными в последующие сроки наблюдения. Кроме того, содержание ИЛ-4 превышало аналогичные показатели в контрольной группе, нивелируя таким образом несколько повышенную концентрацию ИЛ-1β, так, что соотношение ИЛ-1β/ИЛ-4 приблизилось к значениям контрольной группы к 180 дню.

Полученные данные свидетельствуют о купировании воспалительного процесса и индукции регенераций тканей пародонта на фоне проводимого лечения, о чем свидетельствует снижение значения соотношения ИЛ-1β/ИЛ-4, и приближение его к контрольным значениям.

**Выводы:** Применение медикаментозного комплекса «Асепта» в комплексном лечении пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом легкой степени тяжести приводит к выраженному противовоспалительному эффекту, о чем свидетельствует снижение значений пародонтальных индексов и нормализация лабораторных показателей. Определение цитокинового профиля десневой жидкости может служить достаточно чувствительным неинвазивным методом диагностики и контроля эффективности лечения в пародонтологии [3, с.124; 4, с. 131].

**Список используемых источников:**

1. Крайнов С.В., Попова А.Н., Михальченко В.Ф., Фирсова И.В., Чаплиева Е.М., Македонова Ю.А., Патрушева М.С. Оценка эффективности применения «Тонзилгона» и «Септолете» при лечении катарального гингивита у студентов // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 2. С. 77.
2. Михальченко В.Ф., Михальченко Д.В., Федотова Ю.М., Димитрова М.С., Веремеенко Т.В. Клиническая эффективность ополаскивателя «Листерин» в комплексном гигиеническом уходе за полостью рта // *Современные проблемы науки и образования*. 2016. № 1. С. 12.
3. Михальченко В.Ф., Патрушева М.С., Яковлев А.Т. Роль сочетанного определения цитокинового профиля и активности ферментов десневой жидкости в диагностике пародонтита легкой степени тяжести // *Вестник новых медицинских технологий*. 2012. Т. 19. № 3. С. 124-125.
4. Старикова И.В., Патрушева М.С., Алешина Н.Ф., Тригонос Н.Н. Оценка иммунограммы десневой жидкости у больных пародонтитом на фоне метаболического синдрома // *В сборнике: Современные тенденции в образовании и науке*. 2014. С. 131-132.
5. Старикова И.В., Попова А.Н., Крайнов С.В., Чаплиева Е.М., Радышевская Т.Н., Марымова Е.Б. Клинико-иммунологическая характеристика больных хроническим генерализованным пародонтитом на фоне артериальной гипертензии // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 1-1. С. 1312.
6. Крайнов С.В., Попова А.Н., Тимошенко А.Н. Оценка эффективности лечебно-профилактических средств «Лесной бальзам» при лечении хронического катарального гингивита // *Инновационная наука в глобализующемся мире*. 2014. С. 60-63.

© 2016, Патрушева М.С.

*Противовоспалительная эффективность медикаментозного комплекса «Асепта» при лечении хронического генерализованного пародонтита легкой степени тяжести*

© 2016, Patrusheva M.S.

*The anti-inflammatory efficacy of medical complex "Asepta" in the treatment of mild chronic generalized periodontitis*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.488

Поступила (Received): 27.10.2016

**Петрова Т.Н., Красноруцкая О.Н**  
**Основные направления путей решения организации**  
**фактического питания школьников в условиях**  
**непрерывного образовательного процесса**

**Petrova T.N., Krasnorutckaja O.N.**  
**The main directions of solutions to the actual power organization**  
**schoolboys in the conditions of continuous educational process**

*Вопросы организации школьного питания в последние годы вызывают повышенный интерес. Школьное питание – это залог и одно из необходимых условий для сохранения здоровья, поддержания высокой работоспособности и выносливости обучающихся. Поскольку недостаточное поступление питательных веществ в детском возрасте отрицательно сказывается на показателях физического развития, заболеваемости, успеваемости, способствует проявлению обменных нарушений и хронической патологии*

**Ключевые слова:** питание, рацион, школьник

**Петрова Татьяна Николаевна**

*Доктор медицинских наук, профессор  
Воронежский государственный медицинский  
университет им. Н.Н. Бурденко  
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10*

**Красноруцкая Ольга Николаевна**

*Кандидат медицинских наук, доцент  
Воронежский государственный медицинский  
университет им. Н.Н. Бурденко  
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10*

*The organization of school nutrition in recent years, causing increased interest. School feeding – is the key and one of the necessary conditions for the preservation of health, to maintain high performance and endurance of students. Since insufficient supply of nutrients in children negatively affects the performance of physical development, morbidity, performance, contributes to the manifestation of metabolic disorders and chronic diseases*

**Key words:** food, diet, schoolboy

**Petrova Tatiana Nikolaevna**

*Doctor of Medical Sciences, Professor  
Voronezh state medical university named N.N.  
Burdenko  
Voronezh, Studencheskaja st., 10*

**Krasnorutckaja Olga Nikolaevna**

*Candidate of Medical Sciences, Associate Professor  
Voronezh state medical university named N.N.  
Burdenko  
Voronezh, Studencheskaja st., 10*

Вопросы организации школьного питания в последние годы вызывают повышенный интерес. Школьное питание – это залог и одно из необходимых условий для сохранения здоровья, поддержания высокой работоспособности и выносливости обучающихся. Поскольку недостаточное поступление питательных веществ в детском возрасте отрицательно сказывается на показателях физического развития, заболеваемости, успеваемости, способствует проявлению обменных нарушений и хронической патологии.

Полноценное и сбалансированное питание способствует профилактике заболеваний, повышению работоспособности и успеваемости, физическому и умственному развитию детей и подростков, создает условия к их адаптации к современной жизни. Школа представляет жизненно важную среду, используя которую можно оказывать влияние на процесс правильного питания и формировать у школьников верные навыки и стереотипы.

В этой связи целью работы явилось фактическое изучение процесса организации и характера питания школьников для определения стратегии по его улучшению по принципу максимальной эффективности.

Материал и методы. Исследования проводились на территории Воронежской области с 2010 по 2015 г. Было проведено обследование физического развития 553 школьников, из них 270 мальчиков и 283 девочек в возрасте от 7 до 17 лет. Для оценки состояния здоровья школьников были проанализированы анкеты детей и выкопировка из данных первичной медицинской документации. Оценку питания проводили методом количественных исследований, включающим в себя: личный опрос руководителей образовательных учреждений и сотрудников пищеблоков; аудит санитарно-гигиенического состояния 24 пищеблоков и их материально-технического оснащения; мониторинг технологий приготовления и реализации готовых блюд (включая регистрацию цен и ассортимента продукции); сбор и анализ копий первичной документации (118 меню); анкетирование детей и родителей (ответы на вопросы, касающиеся питания ребенка в школе и состояния его здоровья).

Сбор и статистическую обработку материала исследования проводили с использованием прикладных программ Windows (Excel, Word), Statistica.

Результаты и обсуждение. Охват школьников питанием в целом по области уменьшился на 0,6% и составил 76,3% (в 2010 г. 76,9%) за счет учащихся 5–11-х классов – 60,9% (в 2010 г. 63,6%). Самый низкий процент охвата учащихся горячим питанием в Воронеже (58,2%) и Рамонском районе Воронежской области (53,8%). Охват горячим питанием учащихся 1–4-х классов увеличился в 2015 г. по сравнению с 2010 г. с 97,9 до 99,1%.

Экспертиза 505 примерных меню в 89 случаях показала их несоответствие требованиям санитарных правил по фактическому нарушению соотношения основных питательных веществ, занижению энергетической ценности рационов, невыполнению норм питания по рыбе, творогу, овощам, фруктам. При этом увеличение объема и калорийности происходило за счет макаронных изделий, круп и кондитерских изделий.

Режим питания соблюдают только 20% городских и 18% сельских подростков-школьников. Установлено, что только у 48% городских подростков-школьников в ежедневном рационе питания присутствует мясо и мясопродукты, что на 26,5% меньше по сравнению с сельскими подростками-школьниками (74,5%). Молоко и молочные продукты употребляют ежедневно только 38% городских и 40% сельских подростков-школьников, овощи и фрукты – на 28% больше городских подростков, чем сельских (75 и 46,5% соответственно).

Анализ рационов питания в городских школах выявил, что энергетическая ценность рационов на 15% ниже рекомендуемых норм у юношей и на 2% ниже у девушек и составляет в среднем 2550 и 2578 ккал/сут соответственно.

Сбалансированность рациона по белкам, жирам и углеводам составляла 1:1,1:2,9 у юношей и 1,1:1:3,3 у девушек при рекомендуемом 1:1,1:4,8. Рацион учащихся характеризуется снижением среднесуточного содержания витамина А на 54% , а витамина С в 1,4 раза превышало рекомендуемую норму потребления и составляло 98 мг. Содержание кальция в рационе было на 48% ниже рекомендуемых норм потребления и составляло в среднем 624 мг, содержание фосфора составляло в среднем 1773 мг, что на 1,5% ниже рекомендуемых норм потребления.

Погрешности в питании школьников негативно отразились на их состоянии здоровья. По данным профилактических осмотров отмечено увеличение детей с избыточной массой тела и ожирением, заболеваниями органов пищеварения (в частности увеличение удельного веса гастритов и дуоденитов) за период обучения в школе. Наиболее неблагоприятная ситуация сложилась в Бутурлиновском, Грибановском, Калачеевском, Каменском и Новоусманском районах.

Таким образом, в ходе исследования был выявлен комплекс причинных алиментарных факторов ухудшения здоровья школьников. В этой связи обеспечение школьников полноценным здоровым питанием нуждается в радикальных изменениях и должно рассматриваться всеми заинтересованными службами как стратегическое направление, поскольку совершенствование системы школьного питания напрямую связано с сохранением здоровья населения и задачами улучшения демографической ситуации.

#### **Список используемых источников:**

1. Красноруцкая О. Н. Оценка фактического питания студентов медицинского вуза с учетом их образа жизни/О. Н. Красноруцкая, Т. Н. Петрова, А. А. Зуйкова//Перспективы науки, 2011. №8(23). С. 28-30.
2. Петрова Т. Н. Здоровье учащейся молодежи: подходы к оценке и совершенствованию/Т. Н. Петрова, В. И. Попов, Е. Н. Колесникова//Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья, 2014. № 58. С.60-63.
3. Петрова Т. Н. Мониторинг здоровья учащейся молодежи с применением современных компьютерных технологий/Т. Н. Петрова, А. А. Зуйкова, В. И. Попов, А. А. Натарава//Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья, 2014. № 58. С.146-152.
4. Судаков О. В. Анализ современного состояния системы школьного питания в общеобразовательных учреждениях региона/О. В. Судаков, Т. Н. Петрова//Системный анализ и управление в биомедицинских системах, 2013. Т.12. №1 -С. 273-280.

---

© 2016, Петрова Т.Н., Красноруцкая О.Н  
Основные направления путей решения организации фактического питания школьников в условиях непрерывного образовательного процесса

---

© 2016, Petrova T.N., Krasnorutckaja O.N.  
The main directions of solutions to the actual power organization schoolboys in the conditions of continuous educational process

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.491

Поступила (Received): 15.10.2016

**Пустарнаков М.Ю.**  
**Комплексное восстановительное лечение**  
**при «локте теннисиста»**

**Pustarnakov M.Yu.**  
**Complex restorative treatment of tennis elbow**

*В статье показана эффективность комплексного восстановительного лечения при «локте теннисиста» с применением остеопатии и акупунктуры*

**Ключевые слова:** локоть теннисиста, остеопатия, акупунктура

*The article shows the efficiency of complex restorative treatment for "tennis elbow" using osteopathy and acupuncture*

**Key words:** tennis elbow, osteopathy, acupuncture

**Пустарнаков Михаил Юрьевич**

Врач травматолог-ортопед, мануальный терапевт  
Медсервис  
г. Салават, ул. Октябрьская, 35

**Pustarnakov Mihail Yurievich**

Doctor the traumatologist-orthopedist, chiropractor  
Medservice  
Salavat, Oktyabrskaya st., 35

### **Введение**

Локоть теннисиста (ЛТ) является одним из наиболее распространенных поражений верхней конечности. Встречаемость данной патологии составляет от 1-2% среди взрослой популяции, достигая 7,4% у лиц, занятых в машиностроительном производстве. Заболеваемость у женщин выше, причем пик заболеваемости приходится на возраст 40 – 50 лет и составляет 10%. Несмотря на то, что ЛТ не вызывает выраженных функциональных нарушений в анатомических сегментах конечностей, основной причиной обращения пациентов является стойкий болевой синдром [5, 11].

В этиопатогенезе существенную роль играет микротравматизация в местах прикрепления сухожилий, а также дегенеративные процессы и нарушения местного кровообращения. Часто эпикондилит сопровождается остеохондроз шейного отдела позвоночника, плечелопаточный периартроз, нередко встречается двухстороннее поражение [1, 2, 7].

Клинические проявления заболевания выражены в наибольшей степени в период обострения и проявляются в виде боли в области воспаленного надмыщелка, боль достаточно интенсивная, четко локализована, иногда носит жгучий, мозжащий характер. Боль усиливается при движении в локтевом и лучезапястном суставах, провоцирует супинация и разгибание кисти в локтевом и лучезапястном суставе. Пальпация надмыщелков резко болезненно,

характерны симптомы рукопожатия, кофейной чашки, иногда боль иррадирует в соответствующие группы мышц. Соппротивление пассивным движениям со стороны пациента также вызывает боль. При хроническом ЛТ боль становится тупой, ноющей, ограничения объема движений в локтевом суставе со временем осложняются атрофией мышц и снижением чувствительности в предплечье и кисти [4, 6].

При диагностике ЛТ используется рентгенография локтевого сустава, информативность метода невысока и позволяет выявить только кальцификацию сухожилий. Ультразвуковая диагностика более информативна и позволяет выявить повреждения мышц и сухожилий, зоны отёка, свободную жидкость, наличие тендинита и тендиноза. МРТ так же обладает значительной информативностью, однако используется реже в связи с экономической нецелесообразностью и технической сложностью при проведении массовых осмотров работающего населения. Применение электронейромиографии имеет смысл при явных признаках туннельных синдромов верхней конечности [9].

При консервативном лечении ЛТ широко используются нестероидные противовоспалительные препараты, акупунктура, лазеротерапия, фонофорез с гидрокортизоном. В последние годы при лечении данной патологии стали использоваться остеопатические методы [3, 10, 12].

### **Цель**

Изучить эффективность комплексного восстановительного лечения при «локте теннисиста» с применением остеопатии и акупунктуры.

### **Материалы и методы**

Под нашим наблюдением находилось 27 больных с ЛТ в возрасте от 34 до 51 года (средний возраст  $41,9 \pm 1,2$ ), 18 мужчин, 9 женщин, проходившим обследование и лечение в ООО «Медсервис» (г. Салават).

Общими критериями включения в исследование были диагноз ЛТ в стадии обострения или подострой стадии, установленный не менее, чем за 3 месяца до включения в исследование, уровень боли в локтевом суставе на момент включения 3 и более баллов по 10-балльной визуально-аналоговой шкале (ВАШ). Критерии невключения – выраженные рентгенологические проявления артроза локтевого сустава (2ст. и более), тяжелой степени и/или нестабилизированные заболевания: злокачественные новообразования, неконтролируемая артериальная гипертензия, нестабильная стенокардия, инсульт, эпилепсия, психиатрические заболевания.

Больные с ЛТ были случайным образом разделены на 2 группы, основная группа – 17 человек, 12 мужчин и 5 женщин, средний возраст  $40,3 \pm 1,0$ . Больным основной группы дважды в неделю проводили сеансы остеопатии и акупунктуры, в основном, применялись артикуляционные и техники мягкотканной мобилизации. Продолжительность лечения в среднем составила 1 месяц, причем оценка клинико-функциональных показателей проводилась еженедельно. В группе сравнения, состоящей из 10 человек, 6 мужчин и 4 женщин, средний возраст  $41,5 \pm 1,3$ , применяли общепринятую терапию, включающую нестероидные противовоспалительные препараты, физиотерапевтическое лечение – фонофорез гидрокортизона.

Субъективную оценку боли проводили при помощи визуальной аналоговой шкалы (ВАШ). Тестирование проводили до лечения и еженедельно в процессе лечения.

Всем пациентам была выполнена рентгенография локтевого сустава в прямой проекции и УЗИ локтевых суставов (по МакНелли).

### **Результаты исследования**

При детальном обследовании больных с ЛТ было установлено, что большинство из них были заняты физическим трудом, у которых трудовая деятельность вызывает постоянное перетруживание мышц предплечья – 7 в основной и 8 в контрольной. Среди обследованных больных 7 чел. (5 в основной и 2 контрольной) были офисными работниками, перенапряжение мышц предплечья было вызвано длительной работой с компьютерной мышью.

При рентгенографии признаков кальцификации сухожилий, деструкции надмыщелков обнаружено не было. У 2 пациентов основной группы и 1 пациента контрольной группы были выявлены начальные проявления деформирующего артроза (1 степени).

При УЗИ у 5 пациентов (2 в основной и 3 в контрольной) были выявлены признаки воспалительного процесса в мягких тканях в области надмыщелка – утолщение сухожилий, снижение их эхогенности, нечеткость контуров сухожилий, усиление кровотока в режиме ЦДК. После проведенного лечения у всех пациентов наблюдалась умеренная положительная УЗ-динамика: эхогенность сухожилий приближалась к средней, контуры сухожилий приобрели четкость, в режиме ЦДК кровоснабжение стало обычным.

При оценке болевого синдрома по ВАШ в процессе лечения были получены следующие результаты. Так, до лечения они составляли  $5,10 \pm 0,26$  и  $4,70 \pm 0,28$  баллов в основной и контрольной группах ( $p > 0,05$ ), то после лечения показатели достоверно отличались ( $p < 0,05$ )  $1,25 \pm 0,33$  и  $2,30 \pm 0,13$  соответственно.

Среди пациентов с минимальным регрессом симптоматики – большинство с ультразвуковыми признаками ЛТ. Из чего можно сделать вывод, что наличие УЗ-признаков говорит о более выраженных изменениях в области надмыщелка.

**Вывод.** Таким образом применение остеопатии и акупунктуры в комплексном лечении ЛТ статистически достоверно ( $p < 0,05$ ) более эффективное, чем традиционное физиотерапевтическое и медикаментозное лечение. Кроме того, преимуществом остеопатического лечения является полный регресс симптоматики в отдельных случаях после первого сеанса. При анализе клинико-функциональных изменений, субъективной психологической оценки интенсивности боли по ВАШ выявлена четкая положительная динамика, а так же устранение соматических дисфункций (устранено 87,5% дисфункций), что говорит о высокой эффективности остеопатического лечения в сочетании с акупунктурой.

### **Список используемых источников:**

1. МакНелли Юджин. Ультразвуковая диагностика костно-мышечной системы. Практическое руководство. пер.с англ. М.: ВИДАР, 2007. 400с.
2. Миронов С.П., Котельников Г.П. Ортопедия. Национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 872с.

3. Новиков Ю.О., Заинчуковская Л.П., Шакуров Л.Ф. Реабилитация больных с вертеброгенными заболеваниями нервной системы // *Современные методы диагностики и лечения заболеваний нервной системы*. Уфа, 1996. С. 41-44.
4. Новиков Ю.О. Обследование больных дорсалгиями (Обзор) // *Мануальная терапия*. 2001. № 3 (3). С. 64-67.
5. Новиков Ю.О., Галлямова А.Ф., Машкин М.В. *Клиника, диагностика и лечение цервикокраниалгий // пособие для врачей / Уфа, 2003. 51 с.*
6. Buckup K. *Clinical tests for the musculoskeletal system. Examinations-signs-phenomena // Thieme. 2004. 342p.*
7. Faro F, Wolf JM. *Lateral epicondylitis: review and current concepts. // J Hand Surg [Am]. 2007. 32(8):1271-1279.*
8. Nirschl R.P. *Elbow tendinosis/tennis elbow. // Clin Sports Med. 1992. 11:851-870.*
9. Landis J., Keselman I., Murphy C.N. *Comparison of electromyographic (EMG) activity of selected forearm muscles during low grade resistance therapeutic exercises in individuals diagnosed with lateral epicondylitis // Work. 2005;24(1):85-91.*
10. Viola L. *A critical review of the current conservative therapies for tennis elbow (lateral epicondylitis) // Australas Chiropr Osteopathy. 1998 Jul; 7(2): 53-67.*
11. Thomas L. [et al.] *The Epidemiology and Health Care Burden of Tennis Elbow. A Population-Based Study // Am. J. Sports Med. 2015 May; 43(5), p. 1066-1071.*
12. Trivedi P, Sathiyavani D, Nambi G, Khuman R, Shah K, Bhatt P. *Comparison of active release technique and myofascial release technique on pain, grip strength & functional performance in patients with chronic lateral epicondylitis. Int J Physiother Res. 2014;2(3):488-494.*

© 2016, Пустарнаков М.Ю.

Комплексное восстановительное лечение при  
«локте теннисиста»

© 2016, Pustarnakov M.Yu.

Complex restorative treatment of tennis elbow

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.495

Поступила (Received): 03.10.2016

**Никитина Ю.Н., Колчина Г.Ю.**  
**Исследование химических свойств**  
**гетероциклических соединений, используемых**  
**в качестве биологически активных веществ**

**Nikitina Yu.N., Kolchina G.Yu.**  
**Investigation of the chemical properties of the**  
**heterocyclic compounds used as active substances**

*В данной статье рассматривается строение шестичленных гетероциклических соединений, содержащих один или несколько атомов азота в кольце. Показана зависимость свойств от структуры шестичленных гетероциклических соединений, используемых в качестве биологически активных веществ*

**Ключевые слова:** гетероциклические соединения, пиридин, пиримидин, энергия делокализации

*This article discusses the structure of six-membered heterocyclic compounds having one or more nitrogen atoms in the ring. The dependence of the properties on the structure of six-membered heterocyclic compounds useful as active ingredients*

**Key words:** heterocyclic compounds, pyridine, pyrimidine, energy delocalization

**Никитина Юлия Николаевна**

Студент

Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета  
г. Стерлитамак, ул. Ленина, 49

**Nikitina Yuliya Nikolaevna**

Student

Sterlitamak branch of Bashkir state university  
Sterlitamak, Lenina st., 49

**Колчина Галина Юрьевна**

Кандидат химических наук, доцент

Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета  
г. Стерлитамак, ул. Ленина, 49

**Kolchina Galina Yurievna**

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

Sterlitamak branch of Bashkir state university  
Sterlitamak, Lenina st., 49

Шестичленные гетероциклические соединения – структурные компоненты биологически активных веществ и лекарственных препаратов. Механизмы превращения гетероциклических соединений в организме обусловлены химическими свойствами данных соединений, которые, в свою очередь, определяются структурой гетероциклов.

Простейшим представителем шестичленных ароматических гетероциклов является пиридин (рисунок 1). Его строение аналогично строению бензола, с одной лишь разницей, что одна группа –СН– бензола заменена в пиридине на атом азота. Высокое значение энергии делокализации ( $E_d$ ) пиридинового цикла (таблица 1) говорит о его сильных ароматических свойствах и близко к величине  $E_d$  бензола. Молекула пиридина имеет плоское строение. Длины связей в

пиридине не одинаковые: межатомные расстояния С–С равняются 1,394 Å, а межатомные расстояния С–N равны 1,340 Å [1]. Поэтому молекула пиридина не является правильным шестиугольником (симметричной структурой), что влечет за собой неравномерное распределение электрических зарядов и возникновение дипольного момента в молекуле [2].

Таблица 1. Энергия делокализации азинов

Соединение	Е <sub>д</sub> , ккал/моль
Пиридин	37,11
Пиримидин	26,08
Пиразин	22,06
Пиридазин	33,10
1,3,5-триазин	17,91

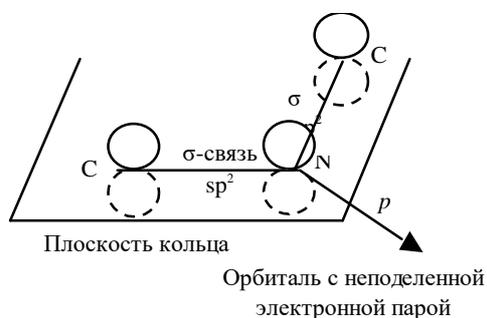
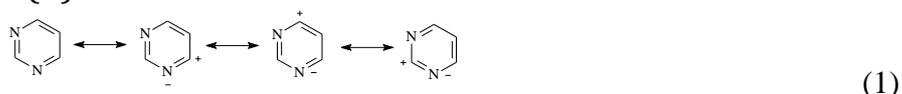


Рис. 1. Электронная структура пиридина

В случае пиридина образование двух  $\sigma$ -связей и одной  $\pi$ -связи между  $\alpha$ -атомами углерода и атомом азота кольца приводит к тому, что несвязанная неподеленная пара электронов азота оказывается снаружи кольца.  $p$ -Орбиталь, на которой размещается неподеленная пара электронов, незначительно отклонена от плоскости кольца. При рассмотрении электронного строения пиридина  $\pi$ -электронное сопряжение в цикле влияет на поведение атома азота.

Жесткость структуре пиримидина придает наличие двух электроотрицательных атомов азота в кольце как сильных электроноакцепторов. Введение второго атома азота в цикл обуславливает вовлечение в сферу влияния индуктивного эффекта большего числа атомов углерода [3]. Однако при этом действуют факторы, усиливающие влияние и М-эффекта. М- и I- эффекты обоих атомов азота, налагаясь друг на друга, действуют в молекуле пиримидина суммарно в одном направлении (1):



Первые две резонансные структуры пиразина соответствуют бензольным структурам Кекуле с тенденцией к выравниванию  $\pi$ -электронной плотности по всему кольцу (2):



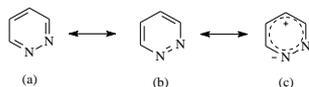
Третья структура фиксирует склонность к разделению зарядов в кольце пиразина. Отсюда можно говорить о значительном вкладе структуры (3) в общее формальное состояние молекулы пиразина (таблица 2).

**Таблица 2. Величины электронных зарядов пиридина и пиразина**

Z <sub>0</sub>	Пиридин	Пиразин
N <sub>1</sub>	-0,100	-0,082
C <sub>2</sub>	+0,049	+0,041
C <sub>3</sub>	-0,010	+0,041
C <sub>4</sub> (N <sub>4</sub> )	+0,049	-0,082
C <sub>5</sub>	-0,010	+0,041
C <sub>6</sub>	+0,049	+0,041

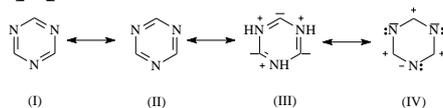
Неравномерное распределение электронной плотности в пиразиновом цикле объясняется наличием сильного индуктивного эффекта двух симметрично расположенных атомов азота. Способность к электрофильному замещению для пиридина и пиразина примерно одинакова, а способность к нуклеофильному замещению для пиразина больше, чем для пиридина [4].

Молекула пиридазина представляет собой циклическую сопряженную систему из четырех π-электронов атомов углерода и двух π-электронов атомов азота. Влияние I-эффекта атомов азота в пиридазине достаточно велико и сильно уменьшает возможность электрофильной атаки по углеродным атомам кольца. Структуры (а) и (б) не эквивалентны. Структура (а) более устойчива и энергия резонанса для нее равна 22 ккал/моль (3):



(3)

Ароматическая структура 1,3,5-триазина образуется за счет трех π-электронов атомов углерода и трех π-электронов атомов азота. Степень делокализации этих электронов достаточно велика и обеспечивает энергетический выигрыш при образовании 1,3,5-триазинового кольца. Неподеленные пары электронов, испытывая сильное влияние ароматического кольца, в свою очередь ослабляют циклическую π-сопряженную систему. Рассчитано, что ∠CNC в 1,3,5-триазине составляет не 120°, как этого требует состояние sp<sup>2</sup>-гибридизации атома азота, а лишь 113° (4) [5]:



(4)

Электронная структура 1,2,4-триазина характеризуется неравномерностью в распределении электронной плотности [6]. 1,2,4-Триазин, в отличие от пиридина, имеет большой дипольный момент (таблица 3). Данное соединение – неустойчиво, его кольцо легко подвергается расщеплению [7].

**Таблица 3. Величины дипольного момента и потенциала ионизации азинов**

Соединение	Потенциал ионизации
------------	---------------------

	Дипольный момент, D	π-орбиталь	Орбиталь непод. эл. пары
Пиридин	2,20	9,31	9,59
Пиримидин	2,32	9,42	9,73
Пиразин	0	9,36	9,63
Пиридазин	4,29	8,90	9,31
1,2,4-триазин	3,24	10,32	
1,3,5-триазин	0		

Таким образом, с возрастанием числа атомов азота в цикле увеличивается π-электронная энергия σ-связей в цикле. Увеличение потенциала ионизации с возрастанием числа атомов азота в цикле связано или с повышением энергии орбитали неподеленной электронной пары, или с повышением энергии высшей π-орбитали. Ароматические свойства азинов с увеличением числа атомов азота усиливаются или ослабляются в зависимости от симметричности, возникающих электронных структур и сохранения сильного мезомерного эффекта в системе. Расположение атомов азота в кольце оказывает сильное влияние на распределение электронной плотности в молекуле азина в целом. Установлено, что наибольшее изменение в электронной плотности наблюдается при *m*-расположении атомов азота, и гораздо меньшее – при их *o*- или *p*-положениях.

#### Список используемых источников:

1. Колчина Г.Ю., Мовсумзаде Н.Ч., Бахтина А.Ю., Мовсумзаде Э.М. Зарождение и хронология этапов развития квантовой химии // *История и педагогика естествознания*. – 2015. – № 4. – С. 34-43.
2. Дж. Джоуль Смит Основы химии гетероциклических соединений // пер. с англ. под ред. В.Г. Яшунского) / Изд.: Мир, Москва. – 1975. – 382 с.
3. Александрова Г.Ю., Мовсумзаде Н.Ч. Корреляция структуры и свойства N-содержащих гетероциклов квантово-химическими расчетами / *Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология*. – 2013. – Т. 56. – № 4. – С. 38-43.
4. Т. Джилкрист "Химия гетероциклических соединений" // пер. с англ. под ред. Юровской М.А. / Изд.: Мир, Москва. – 1996. – 463 с.
5. Александрова Г.Ю. Синтез и квантовохимические исследования некоторых производных нитрилов // диссертация ... Кандидата химических наук: 02.00.13 / УГНТУ. – Уфа, 2013.
6. А. Катрицкий, Дж. Лаговская *Химия гетероциклических соединений* // под ред. А.Н. Коста) / Изд.: Иностранная литература, Москва. – 1963. – 265 с.
7. Дж. Джоуль, К. Миллс *Химия гетероциклических соединений* // под ред. Юровской М.А. / Изд.: Мир, Москва. – 2004. – 728 с.

© 2016, Никитина Ю.Н., Колчина Г.Ю.  
Исследование химических свойств  
гетероциклических соединений, используемых в  
качестве биологически активных веществ

© 2016, Nikitina Yu.N., Kolchina G.Yu.  
*Investigation of the chemical properties of the  
heterocyclic compounds used as active substances*

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.499

Поступила (Received): 24.10.2016

**Бобылев Ю.П.**  
**Комплексная оценка состояния экосистем**  
**р. Самара Днепроvская**

**Bobylyov Yu.P.**  
**Integrated ecosystem assessment p. Samara Dneprovskaya**

Изучали влияние шахтных вод на состояние экосистем реки Самара Днепроvская. Использовано 25 ихтиологических, экологических показателей.

Проведена комплексная оценка изменения состояния экосистемы. Показана потеря устойчивости водных экосистем р. Самара. Повышение техногенной нагрузки может привести к достаточно быстрой деградации системы

**Ключевые слова:** экосистема, шахтные воды, оценка, деградация

**Бобылев Юрий Петрович**

Кандидат биологических наук, доцент  
Днепропетровский национальный университет им.  
О. Гончара  
Днепропетровская обл., Днепр, пр. Гагарина, 72

We studied the effects of mine water on the state of the Samara River Dnieper ecosystems. Used 25 ichthyology, environmental performance. The complex estimation of changes in ecosystem status. It is shown that the loss of stability of aquatic ecosystems p. Samara. Increased anthropogenic impact can lead to a fairly rapid degradation of the system

**Key words:** ecosystem, mine water, evaluation, degradation

**Bobylyev Yuriy Petrovich**

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor  
Dnipropetrovsk national university named O.  
Honchar  
Dnepropetrovsk, Gagarin ave., 72

Влияние шахтных вод на состояние р. Самара оценивалось в трех временных интервалах (1968, 1992, 2014 г.г.) на 12 выделенных створах, на трех участках – до впадения шахтных вод, в месте впадения шахтных вод и на расстоянии 30 км после впадения шахтных вод [1, 2].

Под негативным влиянием сброса высокоминерализованных шахтных вод (до 30 млн.куб.м/год), поверхностные воды р. Самара характеризуются как “чрезвычайно высоко загрязненные”.

Из 60-ти количественных и качественных гидробиологических, санитарно-гигиенических, ихтиологических, экологических показателей, выбранные 25 факторов оценивались баллами. В основу оценки положено соотношение оптимального фактического значения данного фактора в оцениваемом комплексе структурно-функциональной организации экосистемы [3,4].

Иерархизация факторов проводилась методом частичного парного сравнения. Сумма произведений веса и балльной оценки отдельных факторов, полных оценок всех выбранных факторов, выступала интегральным показателем качества среды.

Интегральный показатель качества среды в трех районах до сброса, в месте сброса и после сброса шахтных вод составил: первая категория: 900-1200 – вполне пригодная; вторая категория – 600-900 – пригодная; третья категория – 300-600 – частично пригодная; четвертая категория – 1-300 – непригодная.

По интегральному показателю качества водной среды в 1992 г. район до воздействия шахтных вод, в месте воздействия шахтных вод и после их воздействия оценивается как пригодные, подпадая во вторую категорию со значениями 846,5; 692 и 861 баллов.

В 2014 году по интегральному показателю качества водной среды районы до воздействия шахтных вод в месте воздействия шахтных вод и после оцениваются как пригодные, попадая во вторую категорию со значениями 845,5; 593,5 и 774,0.

Система стремительно теряет чувствительность, при чем на всем отрезке водотока – 1,05; 0,94 и 0,74. Аналогично за последние 20 лет снижается и буферность – 463,6; 235,0 и 174,4.

Таким образом, существующий резерв устойчивости экосистемы р. Самара практически исчерпан и дальнейшее повышение техногенной нагрузки может привести к достаточно быстрой деградации системы.

Отклонения в 9,2-10,1 % является пороговым значением выхода из стационарного состояния и постепенной деструкции биогидроценозов.

В точке, после воздействия шахтных вод, система переходит к постепенной деградации. Узкое переходное пороговое значение для состояние экосистемы 0,2-1,1 % отмеченное в 1992 году и повторившееся в 2014 году демонстрирует некий достигнутый предел известных биологических механизмов самоочищения.

Изменение состояния водной экосистемы в результате действия шахтных вод, при сравнении комплексных показателей показывает: по интегральному показателю качества – ухудшение на 18,2 %; по нормированному показателю качества – ухудшение на 18,1 %.

Согласно принятой классификации переход состояния экосистемы р. Самара во вторую категорию соответствует начальной стадии деградации экосистемы здесь нагрузка превышает базовый фон в 1,4-2,0 раза.

Переход реки Самары в районе поступления шахтных вод в категорию три соответствует стадии структурных перестроек в экосистеме. Воздействие превышает базовый фон в 2,3-4 раза, что не отражает существующие механизмы устойчивости экосистемы.

Полученная картина достаточно красноречиво характеризует процесс техногенной трансформации водной экосистемы [7].

Наиболее очевидной представляется реакция экосистемы на такой показатель как минерализация воды. Можно предположить, что в данных условиях водная экосистема р. Самара сможет функционировать наиболее устойчиво и с наибольшей эффективностью, если колебания уровня минерализации на протяжении года не будут выходить за пределы 2,4-2,8 мг/л. При этом, чем меньше будет размах колебаний и чем ближе будет удерживаемый уровень к значениям 2,4 мг/л, тем более устойчиво и продуктивно будет функционировать система.

Превышения уровня минерализации свыше 3,0-3,5 г/л можно считать для системы критическим. В этом случае вероятность трудно прогнозируемых изменений и перестроек в системе возрастает многократно. Несомненно, одно, что система будет претерпевать коренные преобразования, как в численности видов, так и в их биомассе.

Уровни воздействия должны соответствовать установленному пороговому уровню нагрузки на водную экосистему в противном случае релаксации не произойдет и р. Самара необратимо деградирует, вызывая каскадные катастрофические изменения прилегающих ландшафтов.

Изменения режимов и объемов сбросов для участка после воздействия будет губительно независимо от расстояния до источника, независимо от модифицирующих факторов, независимо от степени чувствительности различных видов, популяций, сообществ или компонентов экосистемы. Другими словами, чем дольше будет сохраняться режим воздействия по уровню 1992-2014 годов, тем внезапнее и резче изменится состояние экосистемы р. Самара в дальнейшем при изменении техногенной нагрузки.

Уровни воздействия должны соответствовать установленному пороговому уровню нагрузки на водную экосистему, в противном случае, релаксации не произойдет и р. Самара необратимо деградирует, вызывая каскадные катастрофические изменения прилегающих ландшафтов.

#### **Список используемых источников:**

1. Кочет В.М. Видовий склад риб р. Самара на сучасному етапі існування іхтіоценозу // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія – Д.: ДНУ, 2006. Вип. 14, т.1 – С. 90-95.
2. Кочет В.Н., Тарасенко С.Н., Загубиженко Н.И. Исследование некоторых структурно-функциональных особенностей сообществ гидрофауны р.Самара Днепропетровская // Вестник ДГУ. Вып. 3, 1997. С. 94-101.
3. Гриб И.В. Концептуальні положення екологічної оцінки та оздоровлення порушених річкових систем // Екологія та ноосферологія № 1-2, 2001, Т. 10, С. 106-119.
4. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К.: Символ,1998. 28 с.
5. Таран О.Н., Долинський В.П. К методике оценки воздействия антропогенных факторов на биоресурсы и потенциал рыбохозяйственных водоемов // Пресноводная аквакультура в Центральной и Восточной Европе: Достижения и перспективы.//Международ. научно-практ. конф. К, 2000. С. 219.
6. Безель В.С., Кряжинский Ф.В., Семериков Л.Ф., Смирнов Н.Г. Экологическое нормирование антропогенных нагрузок. Методология // Экология,1993. № 1. С.36-47.
7. Мережко А.И., Тимченко И.И. и др. Структурно-функциональные характеристики экосистем малых рек Украины и пути их оптимизации. Киев,1988. 84 с.

© 2016, Бобылев Ю.П.

Комплексная оценка состояния экосистем р. Самара  
Днепропетровская

© 2016, Bobylyov Yu.P.

Integrated ecosystem assessment р. Samara  
Dneprovskaya

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.502

Поступила (Received): 31.10.2016

**Фесикова О.В., Дёмкина И.А.**  
**Лес – зеленое достояние Черноземья**

**Fesikova O.V., Demkina I.A.**  
**Forest green heritage Chernozemye**

*В статье речь идет о состоянии лесных массивов в Центральном Черноземье Воронежской области и их роль в развитии духовности общества*

**Ключевые слова:** лес, история леса Черноземья, бонитет леса, ландшафт

**Фесикова Оксана Валерьевна**

Кандидат философских наук, доцент  
Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова  
г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8

**Дёмкина Ирина Александровна**

Студент  
Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова  
г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8

*In this article we are talking about forest conditions in the Central Chernozem region, Voronezh region and their role in the development of spirituality in society*

**Key words:** forest, history of the forests of the Central Chernozem region, bonitet forests, landscape

**Fesikova Oksana Valeryevna**

Candidate of Philosophy Sciences, Associate Professor  
Voronezh state forest engineering university named G.F. Morozov  
Voronezh, Timiryazev st., 8

**Demkina Irina Alexandrovna**

Student  
Voronezh state forest engineering university named G.F. Morozov  
Voronezh, Timiryazev st., 8

В истории лесного покрова Восточно-Европейской равнины леса Центрального Черноземья занимают особое место. Как известно, на территории, которую занимает Воронежская область, дубравы и степи существуют уже очень давно. Об этом свидетельствуют обширные площади занятые серыми лесными почвами и черноземами. Вплоть до XVI в. эти обширные земли не имели постоянного населения; на этой уникальной незаселенной территории сохранялась практически не затронутая человеческим воздействием природа. С XVII в. началось активное преобразование Черноземья человеком. Площади лесов стали сокращаться, активизировались эрозионные процессы. Разрасталась сеть оврагов, в районах с легкими грунтами усилилась ветровая эрозия. Антропогенное воздействие, которое испытали в тот период леса, и его последствия заслуживают специального изучения. В XIX веке леса продолжали вырубать. Особенно много потерь понесли воронежские леса в годы Первой мировой и Гражданской войны. Много лесов было вырублено и во время Великой Отечественной войны. К 1947 году лесистость Воронежской области составила 6%. Однако благодаря

лесокультурным работам, выполненным на обширных площадях, в 60-е годы Воронежская область имела лесистость 8,4%.

Основные массивы Воронежских лесов находятся в речных долинах. Однако большая часть лесов на террасах вырублена. Сохранились леса на террасах Воронежа (Усманский бор), Хопра (Хоперский заповедник, Теллермановский массив, Новохоперский лесхоз), Битюга (Хреновский бор).

Анализируя данные по районам Воронежской области пришли к выводу лесана территории распределены неравномерно. Четверть территории области имеет лесистость более 10%. Это благоприятное значение для устойчивости ландшафтов. Около половины области обладает показателем колеблющемся от 5 до 10%. И, наконец, остальная территория имеет лесистость от 4,9 до 1%, что очень неблагоприятно с экологической и хозяйственной точек зрения. В настоящее время данная ситуация не имеет тенденции к изменению.

По составу лесообразующих пород в лесах Воронежской области преобладает дуб (54%), за ним следует сосна, береза, осина и черная ольха.

Производительность лесов довольно высока – близка ко 2 классу бонитета. (**Бонитет леса** – характеристика его доброкачественности. Она определяет скорость роста деревьев и продуктивность насаждений. Зависит бонитет от среднего возраста и средней высоты древостоя. Чем выше класс бонитета, тем выше ценность насаждений. Насаждения 2 класса и выше – высокобонитетные, 3 и 4 класса – среднебонитетными, 5 класса – низкобонитетными и непродуктивными).

Средний возраст деревьев составляет около 30 лет. Средняя полнота близка к 0,7. Этот коэффициент показывает, что продуктивность лесов можно повысить при более грамотном ведении лесного хозяйства. Требуется разработать новые правила несплошных рубок с учетом возраста древостоя. Такая практика позволит решить проблему естественного возобновления главных пород.

Большая часть лесов Воронежской области имеет защитное значение. Это позволило отнести крупные лесные массивы к зеленым зонам городов и поселков. Под охраной находятся водоохранные полосы вдоль рек, овражно-балочные леса, полезащитные полосы, насаждения вдоль автомобильных и железных дорог, леса заповедников. Эти леса отнесены к 1 группе в соответствии с их особым значением, лесопромышленное использование их запрещено.

Леса Черноземья с давних времен известны далеко и за пределами нашего края. И самый известный из них особенно выделяется Шипов лес. Здесь красуется «Идеальный дуб» указанный русским таксатором профессором М. М. Орловым. Здесь несколько поколений лесоводов создали образцовые посадки дуба.

Шипов лес – самая большая островная дубрава в Черноземье. Далее на юг нет ни одного лесного массива вплоть до Кавказа. Тянется Шипов лес по правому нагорному берегу реки Осереды, от Павловска до Бутурлиновки. Площадь массива составляет 32 тысячи гектаров. Две широкие лесные балки пересекают его на Первую и Вторую Корабельные рощи и Казенную дачу.

Широко известен Шипов лес стал с начала 18 века. В поисках удобного места для постройки флота Петр 1 обнаружил недалеко от Павловска девственный

лес с огромными дубами 400-450-летнего возраста. Именно Петр 1 назвал Шипов лес «Золотым кустом государства Российского» за островное расположение и высокое качество древесины. Название Шипов лес получил от англ. ship – корабль. Так и стали рубить «Золотой куст» до 1770 года и вырубали почти весь. В начале 19 века произошло второе наступление на лес. Нынешние старовозрастные насаждение – это второе, порослевое, поколение дуба. Молодняки и средневозрастные насаждения – третье.

С 1848 году в лесном массиве ведется планомерное лесное хозяйство. Лесовод Н. К. Генко в 1875 – 1879 годах заложил на бывшей пашне первые искусственные посадки дуба. Сейчас это насаждения имеют 130-летний возраст и хорошее качество. Стройные и мощные 30-метровые дубы возвышаются над выросшими здесь позднее кленом, липой и лещиной. Здесь 200-летние дубы достигают высоты в 40 м и диаметра около полуметра. Такие гиганты производят величественное впечатление. В Шиповом лесу доминирует позднераспускающаяся форма дуба. Для нее характерна прямоствольность и высокое качество древесины.

В «Красном лесничестве» отобраны сотни плюсовых (обладающих высокими качествами) деревьев. Это дубы-маточки, от которых получают желуди для лесоплеменного дела в Черноземье и даже других районах России.

Животный мир Шиповой дубравы богат и интересен. Здесь обитают кабаны, косули, лесная куница. Много птиц: славков, овсянок, трясогузок, дроздов, сорокопутов, зеленушек, зябликов, щурок, сизоворонок, дятлов и других. Шипов лес сегодня отнесен к особенно ценным лесам.

В заключении хочется сказать, леса в Центральном Черноземье являются не только защитой ландшафтов от разрушения, источником кислорода, древесины и других ресурсов, но и основным хранителем и резервуаром воды.

Огромна роль лесов в становлении и развитии духовности не только для детей, но и для взрослых. Величественная и многообразная красота растений, музыка птичьего гомона и жужжания насекомых. Обогащает душу понимание того, что рядом протекает удивительно разнообразная жизнь: от микроорганизмов до красивейших птиц и зверей, встреча с которыми никого не оставит равнодушным.

#### **Список используемых источников:**

1. Цветков М. А. Изменение лесистости Европейской России с конца XVII столетия по 1914 г. М., 1957.
2. Шипов лес // Воронежская энциклопедия. Воронеж: Центр духовного возрождения Чернозёмного края, 2008. Т. 2 : Н – Я. 524 с. :

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.505

Поступила (Received): 19.10.2016

**Пискунов В.В., Фирсунина О.И.  
Сравнительная характеристика приуроченности  
осиновых и березовых сообществ**

**Piskunov V.V., Firsunina O.I.  
Comparative characteristics associated  
with aspen and birch communities**

*В статье анализируется приуроченность различных вариантов сообществ мелколиственных древесных пород к различным условиям рельефа на территории южной части Приволжской возвышенности. Показано, что березняки и осинники наиболее разнообразны на плакорах, менее разнообразны на теневых и световых склонах. В днищах балок произрастают осинники, а сформированные березовые сообщества не выявлены*

**Ключевые слова:** *орографические условия, осинники, березняки, южная часть Приволжской возвышенности*

**Пискунов Владимир Валериевич**

*Кандидат биологических наук, доцент  
Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет им. Н.Г.  
Чернышевского  
г. Саратов, ул. Астраханская, 83*

**Фирсунина Ольга Ивановна**

*Магистрант  
Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет им. Н.Г.  
Чернышевского  
г. Саратов, ул. Астраханская, 83*

*The article examines the distribution of the various options of communities of small-leaved tree species to various conditions relief on the south part of the Volga upland. It is shown that birch and aspen are most diverse in shadow and light slopes. The bottoms of the beams are grown aspen and birch formed the community were not identified*

**Key words:** *orographic conditions, aspen forests, birch forests, the south part of the Volga upland*

**Piskunov Vladimir Valeriyovich**

*Candidate of Biological Sciences, Associate Professor  
Saratov national research state university named  
N.G. Chernyshevsky  
Saratov, Astrakhanskaya st., 83*

**Firsunina Olga Ivanovna**

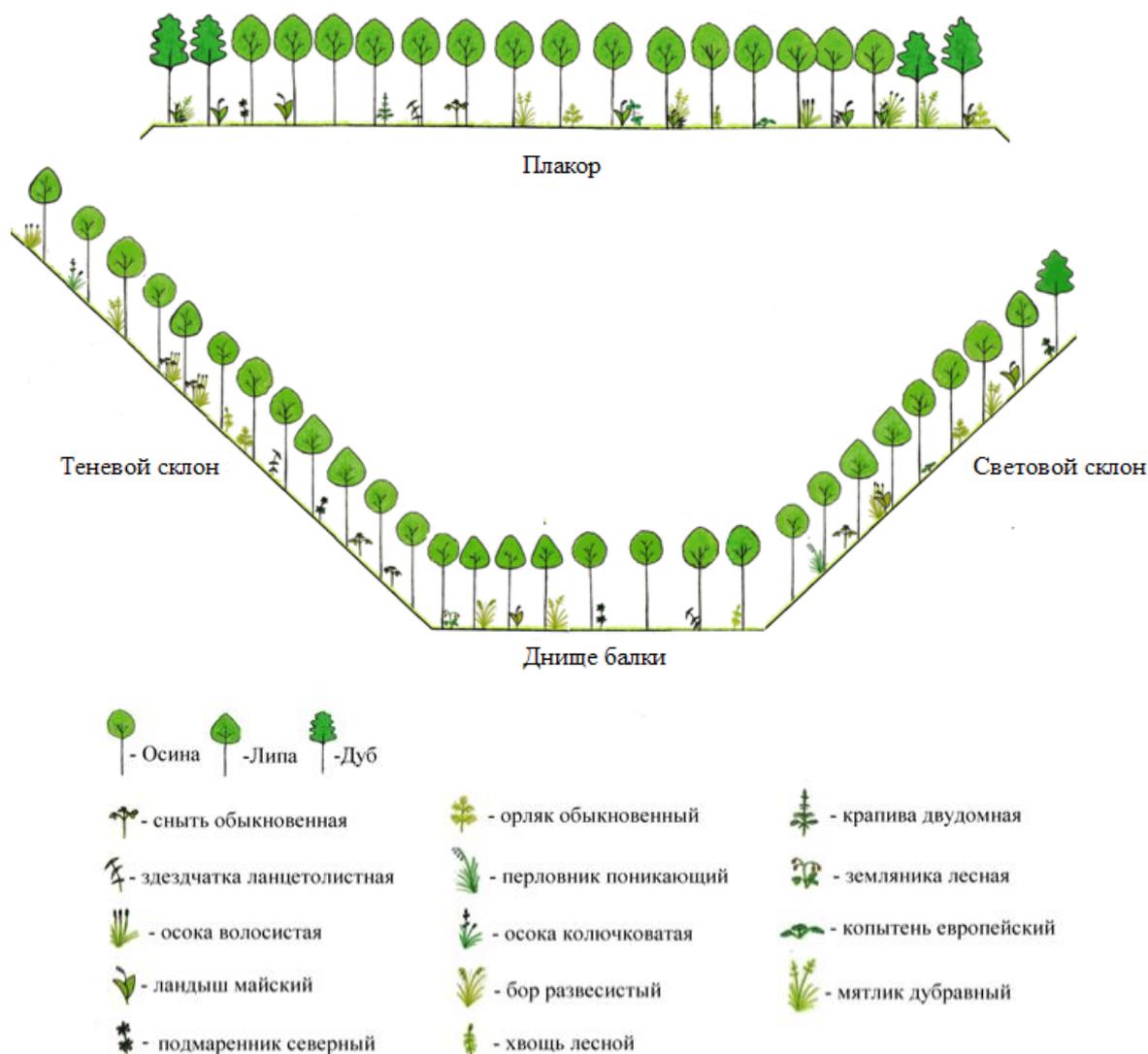
*Master  
Saratov national research state university named  
N.G. Chernyshevsky  
Saratov, Astrakhanskaya st., 83*

Изучение осиновых и березовых сообществ проводились в пределах южной части Приволжской возвышенности на территории Базарно-Карабулакского, Вязовского и Саратовского лесхозов [1-9].

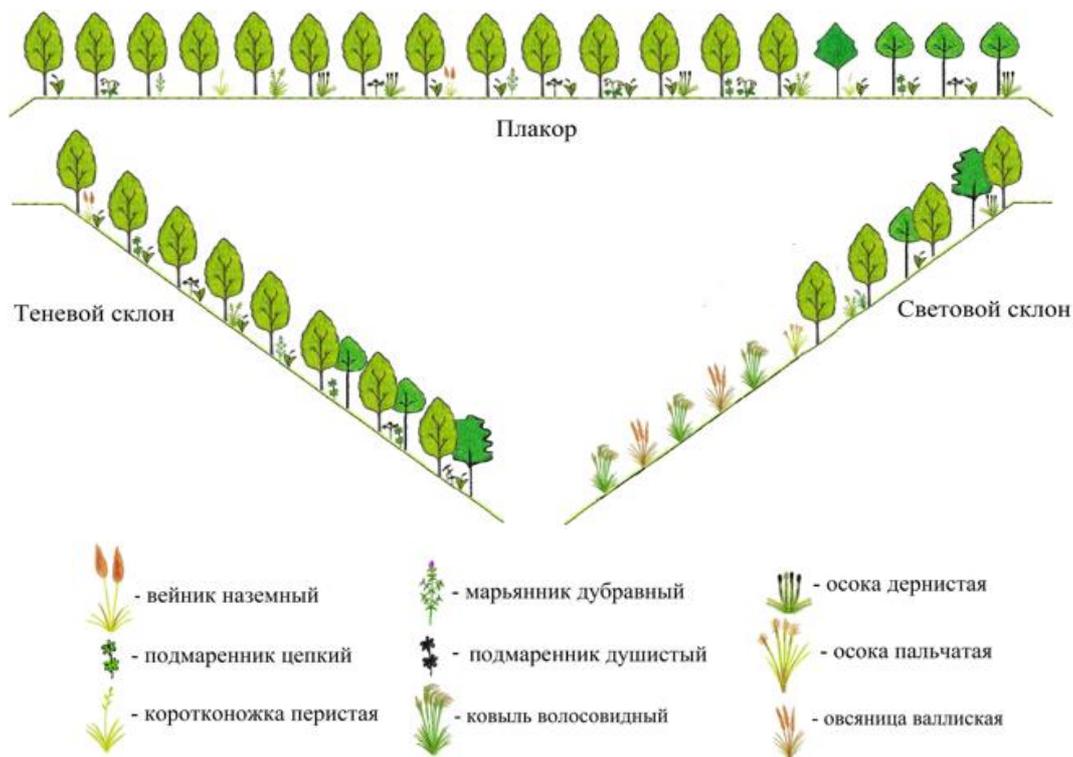
На исследованной территории осинники встречаются во всех орографических условиях, при этом на плакорах разнообразие осинников наибольшее. В данных местообитаниях выявлено девятнадцать вариантов осиновых сообществ, из них наиболее широко распространенными являются осинник

ландышевый, осинник подмаренниковый, осинник мертвопокровный. Несколько менее разнообразны осинники теневых склонов, выявлено двенадцать вариантов; характерны для этих условий осинник снытевый, осинник звездчатковый и липо-осинник подмаренниковый. Еще менее разнообразны сообщества на световых склонах и в днищах балок. В склоновых условиях выявлено девять вариантов, среди которых наиболее характерны: осинник мятликовый, осинник перловниковый, дубо-осинник подмаренниковый и липо-осинник снытевый. А в днищах балок – восемь вариантов, из них наиболее типичными являются осинник мертвопокровный и осинник подмаренниковый. Приуроченность осинных сообществ к различным условиям рельефа показана на рисунке 1.

Анализ размещения березняков по типам лесорастительных условий позволяют сопоставить их особенности с осинными сообществами. Установлено, что березняки так же как и осинники, наиболее разнообразны на плакорах, менее разнообразны на теневых и световых склонах (причем произрастают только в верхней части световых склонов), а в днищах балок сформированные березовые сообщества не выявлены (рис. 2).



**Рис. 1. Приуроченность осинных сообществ к различным орографическим условиям южной части Приволжской возвышенности**



**Рис. 2. Приуроченность березовых сообществ к различным орографическим условиям южной части Приволжской возвышенности**

**Список используемых источников:**

1. Пискунов В. В., Фирсунина О. И., Маринина А. В. Приуроченность осиновых сообществ к различным орографическим условиям на территории Базарно-Карабулакского лесного хозяйства // Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2015. Т. 7. С. 105-107.
2. Пискунов В. В., Фирсунина О. И. Характеристика осиновых сообществ плакоров Приволжской возвышенности // Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия. №8 (15). 2015. С. 18-25.
3. Фирсунина О. И., Пискунов В. В. Осиновые сообщества днищ балок лесопарка «Кумысная поляна» // Вестник научных конференций. 2015. Ч. 5. С. 162-163.
4. Пискунов В. В., Фирсунина О. И. Сравнительная характеристика осинников склоновых местообитаний рекреационной зоны г. Саратова // Отечественная наука в эпоху изменений: постулаты прошлого и теории нового времени. №5 (10), часть 2, 2015. С. 150-154.
5. Фирсунина О.И. Характеристика типичных осиновых сообществ плакорных местообитаний лесопарка «Кумысная поляна» // Исследования молодых ученых в биологии и экологии. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2015. Вып. 13. С. 128-131.
6. Пискунов В. В., Фирсунина О. И. Березовые сообщества склоновых местообитаний рекреационной зоны г. Саратова. // Символ науки. №10, часть 2, 2015. С. 72-75.
7. Фирсунина О.И., Пискунов В.В. Размещение березовых сообществ по элементам рельефа Вязовского лесничества Саратовской области // Современное состояние и перспективы развития научной мысли. Уфа: АЭТЕРНА, 2016. Ч.1. С. 17- 19.
8. Пискунов В.В., Фирсунина О.И. Сравнительная характеристика березовых и осиновых сообществ плакорных местообитаний южной части Приволжской возвышенности // Теоретические и практические аспекты развития научной мысли в современном мире. Уфа: Омега Сайнс, 2016. С. 26-31.
9. Фирсунина О.И. Характеристика березняков рекреационной зоны г. Саратова // Исследования молодых ученых в биологии и экологии. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2016. Вып. 14. С. 90-92.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.508

Поступила (Received): 24.10.2016

**Полякова О.И., Попов А.В**  
**Сквер у гостиницы «Томск-1»**

**Polyakova O.I., Popov A.V.**  
**Public garden by hotel "Tomsk-1"**

Проанализировано состояние дорожно-тропиночной сети. Произведена оценка дорожек, малых архитектурных форм, газона и древесно-кустарниковой растительности. Составлена ассортиментная ведомость деревьев и кустарников. Описаны основные функции зелёных насаждений сквера. Приведены рекомендации по улучшению эстетических качеств сквера

**Ключевые слова:** растения, ассортимент, посадки, озеленение, реконструкция ООПТ

**Полякова Ольга Игоревна**

Магистрант

Национальный исследовательский Томский государственный университет

г. Томск, пр. Ленина, 36

**Попов Александр Владимирович**

Магистрант

Национальный исследовательский Томский государственный университет

г. Томск, пр. Ленина, 36

We analyzed the state of foot walk network. Make evaluation of the tracks, small architectural forms, lawn and trees and shrubs. Compiled the list assortment of trees and shrubs. Describes basic function of green planting public gardens. Provides recommendations to improve the aesthetic qualities of the public gardens

**Key words:** plant, list of plants, planting, planting of greenery, reconstruction of protected areas

**Polyakova Olga Igorevna**

Master

National research Tomsk state university

Tomsk, Lenina ave., 36

**Popov Alexandr Vladimirovich**

Master

National research Tomsk state university

Tomsk, Lenina ave., 36

В настоящее время в условиях дефицита природы на городских территориях, особенно среди старой застройки, стараются использовать каждый свободный участок для создания благоустроенных скверов и других малых озелененных пространств [1].

Сквер – озелененная территория, предназначенная для кратковременного отдыха пешеходов и художественно-декоративного оформления городских площадей, улиц, общественных и административных зданий, монументов, фонтанов [2].

Сквер у гостиницы «Томск 1» создан 28 апреля 2009 года. Сквер (Рисунок 1) имеет статус действующей особо охраняемой природной территории (ООПТ), местного значения. На территории сквера запрещены любые виды деятельности приводящие к уничтожению напочвенного покрова, древесно-кустарниковой растительности, мойка транспорта, движение автотранспорта, захламление

территории и любые иные виды деятельности приводящие к изменению и разрушению природного комплекса, а также другие действия, препятствующие его сохранению и воспроизводству [3].



Рис. 1. Сквер у гостиницы «Томск-1»

Растения, произрастающие на территории сквера, выполняют несколько функций. Создавая комфортную среду для кратковременного отдыха населения и гостей города, древесно-кустарниковая растительность выполняет и экологические функции. Зеленые насаждения уменьшают запыленность воздуха, а аллея из ели обладает фитонцидными свойствами. За счёт расположения сквера между зданием гостиницы и транспортными дорогами, зелёные насаждения сквера выполняют шумозащиту.

Дорожно-тропиночная сеть территории сквера представлена, асфальтовыми дорожками, требующими ремонта. Дорожки разделяют территорию сквера на сектора различной формы, в которых произрастают деревья и кустарники на газонном покрытии. На асфальтовом покрытии видны глубокие трещины и ямы. Газон превратился в поляну из одуванчиков, потеряв декоративное и функциональное назначение (Рис. 2).



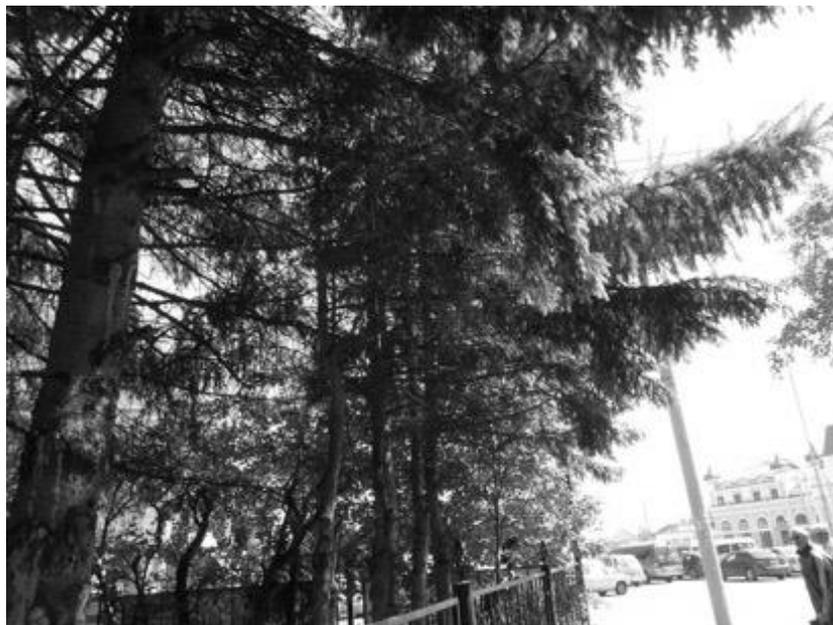
Рис. 2. Состояние газонного покрытия в сквере у гостиницы «Томск 1»

Посадки деревьев и кустарников в некоторых местах перегущены, по этой причине происходит отмирание частей растений или засыхание растения полностью (Таблица 1). К входу в гостиницу «Томск» от сквера ведёт аллея, обсаженная с двух сторон елью сибирской (*Picea obovata* Ledeb.). Посадки ели

«загущены», и в борьбе за существование выбились более сильные особи, остальные оставаясь в тени под кронами сильных особей засыхают (Рисунок 3). Требуется мероприятия по повышению эстетических качеств данного объекта озеленения. Необходимо разредить посадки растений и заменить газонное покрытие.

Таблица 1. Ассортиментная ведомость

№п/п	Порода	Всего, шт	Удовлетворительное состояние, шт	Неудовлетворительное состояние, шт	Примечание
1	<i>Syringa josikaea</i> Jacq. f. ex Reichb.	38	6	9	Загущенность посадки. Сухие ветви, сильный наклон ветвей и субсенильное состояние отдельных особей.
2	<i>Acer negundo</i> L.	3		3	Наклон стволов на дорожку. Препятствуют развитию сирени.
3	<i>Betula pendula</i> Roth	5			
4	<i>Salix alba</i> L.	3		3	Морозобойные трещины, гниль стволов. Порослевое возобновление.
5	<i>Swida alba</i> (L.) Opiz	6	6		Необходима омолаживающая обрезка.
6	<i>Malus baccata</i> (L.) Borkh.	15	14	1	Необходима формовочная и санитарная обрезка
7	<i>Lonicera tatarica</i> L.	6	1		Необходима формовочная обрезка
8	<i>Populus balsamifera</i> L.	2		2	Кривизна стволов.
9	<i>Picea obovata</i> Ledeb.	91		43	Загущенная посадка, отмирание верхней части стволов.
10	<i>Crataegus chlorocarpa</i> Lenne & K. Koch	12	1	4	Кривизна стволов в сторону пешеходных дорожек, сухие ветви в кроне.
11	<i>Rosa majalis</i> Herrm.	6		2	Находятся под пологом ели.
12	<i>Larix sibirica</i> Ledeb.	2			
13	<i>Sorbus sibirica</i> Hedl.	7	7		Необходима формовочная обрезка.
14	<i>Crataegus sanguinea</i> Pall.	5		2	Наклон стволов в сторону пешеходных дорожек и сухие ветви в кроне.
15	<i>Tilia cordata</i> Mill.	13			
	Всего	214	35	69	



**Рис. 3. Состояние посадок *Picea obovata* в сквере у гостиницы «Томск 1»**

При проведении оценки сквера у гостиницы «Томск 1» выявлены тропинки, проложенные прохожими самовольно. Анализ пешеходного движения показал, что создание новых асфальтированных дорожек не целесообразно, так как количество дорожек достаточно на малую территорию сквера, и они обеспечивают удобное передвижение во все стороны.

На территории сквера расположены лавочки, рядом с которыми находятся урны. Лавочки в хорошем состоянии, но требуется покраска деревянных элементов.

Мероприятия, рекомендованные после анализа территории сквера у гостиницы «Томск 1», разрешены для организации на территории ООПТ.

**Список используемых источников:**

1. Вергунов А.П., Денисов М.Ф., Ожегов С.С. *Ландшафтное проектирование*. М.: Высшая школа, 1991. 235 с.
2. Горохов В.А. *Г Зеленая природа города*. М.: Архитектура-С, 2005. 528 с.
3. «Особо охраняемые природные территории России» (ИАС «ООПТ РФ»). Информационно-аналитическая система, 2010. URL: <http://oopt.aari.ru/oopt/Сквер-у-гостиницы-Томск-1>

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.512

Поступила (Received): 24.10.2016

**Кожокина О.М.**  
**Анализ особенностей вторичных структур**  
**глюкоамилаз из различных продуцентов**

**Kozhokina O.M.**  
**Analysis of particularity secondary structures**  
**of glucoamylases from different producents**

*С помощью метода инфракрасной спектроскопии осуществлено сравнение вторичных структур глюкоамилаз из *Aspergillus awamori* и *Saccharomyces cerevisiae*. Получены данные о типах вторичной структуры, количественном соотношении упорядоченных и нерегулярных участков*

*The method of infrared microscopy was used for comparison of secondary structure of glucoamylases from *Aspergillus awamori* and *Saccharomyces cerevisiae*. The data of types of secondary structure, quantitative relationship ordered and unordered sites*

**Ключевые слова:** глюкоамилаза,  $\alpha$ -спирали,  $\beta$ -структура, неупорядоченные участки

**Key words:** glucoamylase,  $\alpha$ -spiral,  $\beta$ -sheet, unordered sites

**Кожокина Оксана Михайловна**  
Кандидат биологических наук, ассистент  
Воронежский государственный медицинский  
университет им. Н.Н. Бурденко  
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

**Kozhokina Oksana Mikhailovna**  
Candidate of Biology Science, Assistant  
Voronezh state medical university named N.N.  
Burdenko  
Voronezh, Studencheskaya st., 10

Исследование свойств глюкоамилаз различного происхождения приобретает особую значимость в связи с применением их в различных отраслях промышленности в роли биокатализаторов. Поиск путей регулирования биокаталитической активности ферментов неразрывно связан с расшифровкой закономерностей и молекулярного механизма катализа реакции гидролиза субстрата. Для решения данной задачи, наряду с определением функциональных свойств энзимов, необходимо проведение их структурного анализа.

В настоящее время существует большое количество предсказательных методов, позволяющих априорно на основе анализа аминокислотных последовательностей прогнозировать итог процесса свертывания полипептидной цепи в глобулу [1, 2]. Однако, анализ данных литературы показал, что с помощью имеющихся методов можно предсказывать правильную вторичную структуру лишь для двух третей всех остатков белка. Значительная погрешность расчетов и их сложность обуславливают целесообразность проведения прогнозирования в тех случаях, когда исследование данного уровня иерархии белковой молекулы нельзя осуществить иным, более корректным способом.

Регистрация спектров поглощения в инфракрасной области является одним из самых чувствительных методов изучения особенностей вторичной структуры белка.

С помощью метода инфракрасной спектроскопии (ИКС) нами было осуществлено сравнение вторичных структур глюкоамилаз из *Aspergillus awamori* X100 и *Saccharomyces cerevisiae* ЛВ-7. Измерение величин светопропускания белковых образцов проводили на многофункциональном ИК-спектрофотометре SPECORD M-80 (Германия) в диапазоне 4000-400 см<sup>-1</sup>. Обработку серии спектров проводили с учетом параметров всех реально существующих полос поглощения и их анализа.

**Таблица 1. Параметры полос амид I и амид II для полипептидов и белков**

Конформация	Амид I		Амид II	
	Частота, см <sup>-1</sup>	Коэффициент экстинкции, моль <sup>-1</sup> см <sup>-1</sup>	Частота, см <sup>-1</sup>	Коэффициент экстинкции, моль <sup>-1</sup> см <sup>-1</sup>
α-спирали	1644-1649	750	1548-1553	340
β-структура	1615-1623	980	1530-1535	340
	1691-1699	180	1563	100
Неупорядоченная структура	1650-1654	320	1546-1553	210

Точность полученных данных контролировали как по средним квадратичным отклонениям, так и непосредственно по разности между спектрами, которая выводилась на график вместе с экспериментальными и модельными спектрами и полученными индивидуальными пиками.

Анализ ИК-спектров показал наличие полос поглощения амид I (1630-1660 см<sup>-1</sup>) и амид II (1520-1550 см<sup>-1</sup>), отличающихся для изучаемых ферментов лишь интенсивностью. Полоса амид I, обусловленная растяжением связи в карбонильной группе, указывает на наличие в молекулах глюкоамилаз различного происхождения структур с водородными связями и на присутствие неупорядоченных участков. Полоса амид II свидетельствует об одинаковом положении во вторичной структуре ферментов α-спиралей и β-структур. Колебания, порождающие ее, связаны с растяжением пептидных и деформацией водородных связей. Наличие пиков поглощения при 2860 см<sup>-1</sup> и 2780 см<sup>-1</sup> соответствуют симметричным колебаниям метильных групп. На осуществление асимметричных колебаний карбоксильных групп указывает полоса поглощения при 2520 см<sup>-1</sup>, а ряд пиков в области 1720-1872 см<sup>-1</sup> обусловлен колебаниями карбонильных групп в концевых ассоциированных COOH-группах. Кроме того, слабо проявляются полосы поглощения при 3373-3254 см<sup>-1</sup>, связанные с растяжением NH-связей. Пик в области 1000 см<sup>-1</sup> определяется наличием в структуре фенилаланина, гистидина и триптофана монозамещенного ароматического кольца.

Анализ результатов, представленных в таблице 2, показал, что соотношение упорядоченных структур и нерегулярных участков в молекулах глюкоамилаз из *Aspergillus awamori* X100 и *Saccharomyces cerevisiae* ЛВ-7 статистически не отличаются друг от друга.

**Таблица 2. Содержание элементов вторичной структуры в молекулах глюкоамилаз из *Aspergillus awamori* X100 и *Saccharomyces cerevisiae* ЛВ-7**

Конформация	Глюкоамилаза из <i>Aspergillus awamori</i>			Глюкоамилаза из <i>Saccharomyces cerevisiae</i>		
	$\nu$ , см <sup>-1</sup>	T, %	%	$\nu$ , см <sup>-1</sup>	T, %	%
$\alpha$ -спирали	1646	34	24,4	1646	56	24,1
$\beta$ -структура	1620	32	18,3	1620	60	18,8
неупорядоченные участки	1652	34	57,2	1652	59	57,1

Из данных литературы следует, что в глобулярных белках, трехмерные структуры которых определены методом рентгено-структурного анализа, обычно около 60% остатков аминокислот участвуют в формировании вторичной структуры [1, 2]. Показано, что содержание  $\alpha$ -спиралей в среднем составляет 35%,  $\beta$ -структур – 15%, реверсивных поворотов – 20-25%. В связи с тем, что с помощью метода ИКС не удастся определить количество изгибов полипептидной цепи, в таблице 2 представлены результаты расчета  $\alpha$ -спиралей,  $\beta$ -слоев и нерегулярных участков. Так как  $\alpha$ -спираль является наиболее часто встречающимся в белках типом вторичной структуры, можно сделать предположение о ее высокой конформационной стабильности. С этим хорошо согласуется информация о расположении  $\alpha$ -спирали в центре разрешенной области на карте Рамачандрана, а также тот факт, что диполи ее водородных связей имеют линейное расположение, отвечающее минимуму энергии. Кроме того, радиус спирали благоприятствует дисперсионному притяжению между остатками, расположенными по разные стороны от оси спирали.

Таким образом, на основании результатов наших исследований установлено, что в состав вторичной структуры молекул глюкоамилаз плесневого и дрожжевого происхождения входят все основные элементы:  $\alpha$ -спирали,  $\beta$ -слои и неупорядоченные фрагменты. При этом  $\beta$ -структура анализируемых ферментов характеризуется наличием антипараллельных цепей. Выявлено, что заниженное по сравнению со среднестатистическим содержание  $\alpha$ -спиралей компенсируется за счет увеличения количества  $\beta$ -слоев.

#### Список используемых источников:

1. Попов Е.М. Структурно-функциональная организация белков. М.: Наука, 1992. 358 с.
2. Степанов В.М. Молекулярная биология. Структура и функции белков. М.: Высш. шк., 1996. 335 с.

© 2016, Кожокина О.М.

Анализ особенностей вторичных структур глюкоамилаз из различных продуцентов

© 2016, Kozhokina O.M.

Analysis of particularity secondary structures of glucoamylases from different producers

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.515

Поступила (Received): 17.10.2016

**Кожокина О.М.****Оценка степени идентичности аминокислотных последовательностей глюкоамилаз рода *Aspergillus*****Kozhokina O.M.****Estimation to degree of identity of amino acid consequences of glucoamylases species *Aspergillus***

При использовании программы Gene Bee на базе результатов секвенирования проведено сравнение аминокислотных последовательностей субъединиц глюкоамилаз рода *Aspergillus*. Получены сведения о степени гомологичности, константных областях, структурной вариабельности их полипептидных цепей

**Ключевые слова:** глюкоамилаза, гомологичность, структурная вариабельность, константная область

**Кожокина Оксана Михайловна**

Кандидат биологических наук, ассистент  
Воронежский государственный медицинский  
университет им. Н.Н. Бурденко  
г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

The comparison of amino acid consequences of subunits of glucoamylases *Aspergillus* species has been performed with use of programme Gene Bee on base of the results. The data about degree of homology, about constant regions and structural variability of polypeptide chains have been obtained

**Key words:** glucoamylase, homology, structural variability, constant regions

**Kozhokina Oksana Mikhailovna**

Candidate of Biology Science, Assistant  
Voronezh state medical university named N.N.  
Burdenko  
Voronezh, Studencheskaya st., 10

Повышенный интерес к глюкоамилазе обусловлен широким применением данного фермента в медицине, пищевой и легкой промышленности в качестве эффективного биокатализатора. Корректное исследование механизма действия фермента подразумевает, наряду с определением функциональных свойств, проведение структурного анализа. Сравнение первичных структур глюкоамилаз из различных источников позволит идентифицировать аминокислотные остатки, играющие важнейшую роль в функционировании данных ферментов.

Для выявления константных областей аминокислотных последовательностей ферментов узкой группы с помощью программы Gene Bee (<http://www.genebee.msu.ru/genebee.html>) осуществлено сравнение сиквенсов субъединиц глюкоамилаз из микромицетов рода *Aspergillus*: *Asp. niger*, *Asp. awamori* X 100, *Asp. awamori* var. *kawachi*, *Asp. shirousami*, *Asp. oryzae*, размещенных в INTERNET National Center for Biotechnology Information (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>) и Protein Brookhaven Database (<http://www.rcsb.org>). Обнаружено, что первичные структуры рассматриваемых

белковых молекул гомологичны друг другу на 86,1%. Сигнальные пептиды в высокой степени схожи и состоят из 24 аминокислотных звеньев. Однако, данный фрагмент пробелка из *Asp. oryzae* характеризуется наличием двух дополнительных остатков Val-2 и Val-20. Показано, что N-концевыми аминокислотами полипептидных цепей являются остатки Ala и Thr; C-концевыми – Thr и Arg. Наиболее протяженные, абсолютно идентичные для анализируемых сиквенсов фрагменты, их позиции в первичной структуре и наличие функционально значимых аминокислотных остатков представлены в табл. 1.

**Таблица 1. Консервативные области полипептидных цепей глюкоамилаз рода *Aspergillus***

Фрагмент полипептидной цепи	Позиция фрагмента	Наличие функционально-важного остатка
PDYFYTWTRDSG	46-57 <sup>1,2</sup> , 47-58 <sup>3</sup>	D-55 <sup>1,2</sup> , D-56 <sup>3</sup>
GLGEPKFNVDETA	103-115 <sup>1,3</sup> , 102-114 <sup>2</sup>	-
WGRPQRDGPALRATAMI	120-136 <sup>1,3</sup> , 119-135 <sup>2</sup>	W-120 <sup>1,3</sup> , W-119 <sup>2</sup>
VRNDLSYVAQYW	159-170 <sup>1,3</sup> , 158-169 <sup>2</sup>	-
PLWEEV	176-181 <sup>1,3</sup> , 175-180 <sup>2</sup>	E-179 <sup>1,3</sup> , E-178 <sup>2</sup>
TLAAAEQLYDALYQWDK	321-337 <sup>1,3</sup> , 320-336 <sup>2</sup>	-
SARDLTWSYAALLTANNRRN	411-430 <sup>1</sup> , 410-429 <sup>2</sup>	-

Примечание: <sup>1</sup> – *Aspergillus niger*; <sup>2</sup> – *Aspergillus awamori* X 100, *Aspergillus awamori* var. *kawachi*, *Aspergillus shirousami*; <sup>3</sup> – *Aspergillus oryzae*

Из табл. 1 видно, что в состав константных областей полипептидных цепей глюкоамилаз рода *Aspergillus* входят остатки Asp и Glu, карбоксильные группы которых участвуют в разрыве гликозидных связей в молекуле крахмала в процессе катализа, и остаток Thr, выполняющий субстрат связывающую функцию [1].

Сопоставление первичных структур глюкоамилаз *Asp. Species* показало, что частота замен остатков на протяжении полипептидных цепей отличается высокой вариабельностью. В результате сравнения сиквенсов этих ферментов удалось выявить несущественные для проявления структурно-функциональных свойств белков позиции аминокислот, обнаружив высокую частоту замен звеньев в данных местах полипептидных цепей (табл. 2). Более эволюционно значимыми событиями являются вставки и пропуски отдельных остатков или целых групп аминокислот. Так, полипептидная цепь субъединицы глюкоамилазы из *Asp. Oryzae*, наряду с приобретением дополнительного остатка Gly-3, утратила три довольно протяженных фрагмента, а также Ser-584, в результате чего существенно укоротилась и состоит из 586 аминокислотных звеньев. Анализ имеющихся данных [2] показал, что делеции затрагивают только O-гликозилированный домен белковой глобулы и не отражаются на функциональных свойствах фермента. Обнаружено, что в аминокислотных последовательностях субъединиц глюкоамилаз из *Asp. Oryzae*, *Asp. Awamori* X 100, *Asp. Awamori* var. *Kawachi*, *Asp. Shirousami* имеет место пропуск Ala-102 в каталитическом домене. В результате делеции остатка Ala-102, несущественного для проявления ферментативной активности, их полипептидные цепи включают 615 мономерных звеньев.

**Таблица 2. Структурная вариабельность полипептидных цепей субъединиц глюкоамилаз рода *Aspergillus***

Продуцент Глюкоамилазы	Позиции остатков с высокой частотой замен
<i>Aspergillus niger</i>	60, 73, 80, 84, 88, 91, 130, 150, 219, 232, 240, 246, 261, 310, 320, 343, 357, 375, 399, 403, 409, 410, 436, 446, 456, 482, 487, 496, 504, 551, 583
<i>Aspergillus awamori</i> X 100, <i>Aspergillus awamori</i> var. <i>kawachi</i> , <i>Aspergillus shirousami</i>	60, 73, 80, 84, 88, 91, 129, 149, 218, 231, 239, 245, 260, 309, 319, 342, 356, 374, 398, 402, 408, 409, 435, 445, 455, 481, 486, 495, 503, 550, 582
<i>Aspergillus oryzae</i>	61, 74, 81, 85, 89, 92, 130, 150, 219, 232, 240, 246, 261, 310, 343, 357, 375, 399, 403, 409, 410, 436, 446, 456, 483, 529, 551, 576

На основе данных литературы [1,2] можно заключить, что остатки, находящиеся во внутренней части глобулы, обычно мало подвержены изменениям, и все различия между гомологичными белками касаются поверхности молекул. В тех случаях, когда пространственная организация белка еще неизвестна, подобная структурная вариабельность может дать относительно достоверную информацию о локализации каждого конкретного остатка в макромолекуле.

Известно, что дисульфидные мостики обнаруживают тенденцию сохраняться в процессе эволюции, поэтому они присутствуют в одних и тех же участках третичной структуры родственных белков [2]. Установлено, что 8 остатков Cys, участвующих в образовании дисульфидных мостиков, в анализируемых сиквенсах глюкоамилаз занимают жестко фиксированные позиции и входят в состав абсолютно идентичных участков цепи. Остатки Cys-319 и Cys-320 в полипептидных цепях глюкоамилаз из *Asp. niger*, *Asp. awamori* X 100, *Asp. shirousami* представлены свободными SH-группами и характеризуются высокой частотой замен.

В результате проведенного анализа аминокислотных последовательностей глюкоамилаз рода *Aspergillus* установлена высокая степень гомологичности для ферментов из *Asp. awamori* X 100 и *Asp. shirousami*; самые существенные отличия обнаружены между амилазами из *Asp. awamori* X 100 и *Asp. oryzae*. Выявлено, что в состав константных областей полипептидных цепей глюкоамилаз *Aspergillus species* входят остатки Asp, Glu и Trp, что позволяет подтвердить их участие в осуществлении катализа реакции гидролиза крахмала.

#### Список используемых источников:

1. Попов Е.М. Структурно-функциональная организация белков. М.: Наука, 1992. 358 с.
2. Шерман С.А. Конформационный анализ и установление пространственной структуры белковых молекул. Минск: Наука и техника, 1989. 240 с.

DOI: 10.17117/na.2016.10.03.518

Поступила (Received): 14.10.2016

**Чиняева Ю.З., Щелканова А.В., Щелканов М.А.  
Влияние сроков посева на продуктивность  
валерианы лекарственной**

**Chinaeva Yu.Z., Shchelkanova A.V., Shchelkanov M.A.  
Effect of sowing time on productivity of Valeriana officinalis**

*В статье рассматривается вопрос влияния гербицидов на соотношение отдельных групп микроорганизмов и биологическую активность чернозема выщелоченного в условиях северной лесостепи Зауралья. Установлено, что микробиологическая активность почвы в период проведения исследований была средняя, за исключением варианта с применением гербицида Дублон Голд, который оказывал угнетающее действие на микронаселение чернозема выщелоченного. Применение гербицида Каллисто увеличило биологическую активность чернозема выщелоченного в 1,2 раза по сравнению с вариантом, где гербициды не применялись. Наибольшая численность микроорганизмов наблюдалась в вариантах с применением гербицида Каллисто 6540 тыс. шт. в 1 г почвы. Данный гербицид способствует увеличению численности устойчивых групп микроорганизмов*

**Ключевые слова:** гербициды, почвенные микроорганизмы, биологическая активность почвы

**Чиняева Юлия Зуфаровна**

*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Южно-Уральский государственный аграрный университет  
Челябинская обл., Красноармейский р-н, с. Миасское,  
ул. Советская, 8*

**Щелканова Анастасия Викторовна**

*Магистрант  
Южно-Уральский государственный аграрный университет  
Челябинская обл., Красноармейский р-н, с. Миасское,  
ул. Советская, 8*

*The article discusses the impact of herbicides on the ratio of individual groups of microorganisms and the biological activity of leached Chernozem in Northern forest-steppe of Zauralye. It is established that soil microbiological activity during the studies was average, with the exception of herbicide application Dublon gold, which had a dampening effect on micronuclei leached Chernozem. The use of the herbicide Callisto has increased biological activity of leached Chernozem 1.2 times compared with the case where no herbicides were applied. The greatest number of microorganisms was observed in variants with application of herbicide Callisto 6540 thousand units in 1 g of soil. This herbicide helps to increase the number of sustainable groups of microorganisms*

**Key words:** herbicides, soil microorganisms, biological activity of soil

**Chinaeva Yulia Zufarovna**

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
South Ural state agricultural university  
Chelyabinsk reg., Krasnoarmeyskiy dist., Miasskoe,  
Sovetskaya st., 8*

**Shchelkanova Anastasia Viktorovna**

*Master  
South Ural state agricultural university  
Chelyabinsk reg., Krasnoarmeyskiy dist., Miasskoe,  
Sovetskaya st., 8*

**Щелканов Максим Андреевич**

Магистрант

Южно-Уральский государственный аграрный университет

Челябинская обл., Красноармейский р-н, с. Миасское, ул. Советская, 8

**Shchelkanov Maxim Andreevich**

Master

South Ural state agricultural university

Chelyabinsk reg., Krasnoarmeyskiy dist., Miasskoe, Sovetskaya st., 8

В каждом природном объекте, обладающем конкретными физико-химическими свойствами, формируются определённые микробоценозы и устанавливается биологическое равновесие, характерное для конкретных условий [1]. Микробиологические сообщества почвы выходят из равновесия под воздействием антропогенных факторов, в том числе внесение гербицидов [2]. Изучение влияния гербицидов на почвенные микробоценозы является актуальным вопросом, поскольку, даже однократное их применение вызывает, хотя и обратимые, но существенные изменения в деятельности различных групп почвенного населения [3]. Общим показателем воздействия гербицидов на почвенную микрофлору может быть биологическая активность почвы. В качестве основных показателей состояния почвенно-микробиологических процессов служит численность грибов, актиномицетов и ряда физиологических групп бактерий. От жизнедеятельности микроорганизмов зависят все протекающие в почве микробиологические процессы: чем больше численность и разнообразие микрораселения в почве, тем лучше плодородие и условия питания растений, а значит выше урожай и прибыль сельского хозяйства.

Исследования, посвященные изучению влияния гербицидов на соотношение отдельных групп микроорганизмов и биологическую активность чернозема выщелоченного проводились в условиях северной лесостепи Зауралья на опытном поле Института агроэкологии – филиал ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный высокогумусный тяжелосуглинистый. Опыт проводился в посевах кукурузы, схема опыта включала следующие варианты: 1 – контроль; 2 – Дублон Голд 70 г/га по всходам; 3 – Каллисто, 250 мл/га (по ранним всходам сорняков; 2-3 листа у кукурузы); 4 – Калисто; Дублон Голд. Повторность в опыте трехкратная.

Отбор образцов для микробиологических исследований проводился с соблюдением условий стерильности. Учет численности микроорганизмов проводили чашечным агаровым методом с использованием плотных питательных сред: мясо-пептонный агар (МПА), крахмало-аммиачный агар (КАА) и среду Сабуро. Биологическую активность почвы определяли по интенсивности разложения льняного полотна по убыли в массе образцов, взятых в два срока экспозиции [4].

В результате проведенных исследований установлено, что микрофлора отзывается на внесение в почву гербицидов увеличением или уменьшением своей численности. Причем один и тот же гербицид оказывает неодинаковое воздействие на отдельные группы микроорганизмов [2].

Представленные данные свидетельствуют о том, что общее число микроорганизмов по сравнению с вариантом без гербицидов, (3320 тыс. шт. на 1 г почвы) значительно увеличилось в 3,4-3,5 раза, наибольшая их численность наблюдается в вариантах с применением гербицида Каллисто (11600 тыс. шт.

на 1 г почвы). Оба гербицида способствуют увеличению числа почвенного населения: бактерий в 1,5-3,5 раза, грибов в 1,5-3,2 раза, актиномицетов в 2-5 раза.

**Таблица 1. Влияние гербицидов на численность и соотношение отдельных групп микроорганизмов, тыс. КОЕ на 1 г почвы**

№ п/п	Вариант опыта	Общее количество микроорганизмов	Группа микроорганизмов			
			бактерии	спорообразующие	актиномицеты	грибы
1	Контроль	3320	3050	150	10	110
2	Дублон Голд, 70 г/га по всходам	5065	4900	н/о	н/о	165
3	Каллисто, 250 мл/га (по ранним всходам сорняков; 2-3 листа у кукурузы)	11600	11200	н/о	50	350
4	Калисто; Дублон Голд	11215	10900	н/о	20	295

Согласно шкале Д. Г. Звягинцева биологическая активность чернозема выщелоченного по вариантам опыта колебалась в пределах от 16,0 до 48,5 % и характеризовало слабую и среднюю биологическую активность чернозема выщелоченного (таблице 2).

**Таблица 2. Влияние гербицидов на биологическую активность почвы в два срока экспозиции**

№ п/п	Вариант опыта	% разложения льняного полотна от исходной массы		Оценка биологической активности почвы
		1-й срок экспозиции	2-й срок экспозиции	
1	Контроль	35,4	40,5	средняя
2	Дублон Голд, 70 г/га по всходам	16,0	23,0	слабая
3	Каллисто, 250 мл/га (по ранним всходам сорняков; 2-3 листа у кукурузы)	39,0	48,5	средняя
4	Калисто; Дублон Голд	37,4	41,0	средняя

Разница между первым и вторым сроком экспозиции по вариантам опыта увеличилась в 1,1-1,4 раза. Это связано с отрицательным влиянием вносимых в почву гербицидов, которое проявляется на жизнедеятельности микроорганизмов только в первое время после внесения. В дальнейшем состав и деятельность микрофлоры нормализуются.

Наибольшая биологическая активность наблюдалась в варианте, где Калисто применялся в чистом виде (48,5 %), что коррелирует с наибольшей численностью микроорганизмов (6540 тыс. шт. в 1 г почвы). Данный гербицид способствует увеличению численности устойчивых групп микроорганизмов,

которые конкурируют со слабыми популяциями. Следовательно, условия питания для выживших представителей микронаселения почвы улучшаются за счет отмирающих популяций микроорганизмов, а также за счет поступления некоторого количества свежего органического вещества в почву при отмирании корней сорных растений, погибших от воздействия гербицидов.

Гербицид Дублон Голд оказал угнетающее влияние на почвенные микроорганизмы, снижая их численность в 2,2 раза в первый срок экспозиции и в 1,8 раз во второй срок экспозиции по сравнению с вариантом без гербицидов, в связи, с чем биологическая активность чернозема выщелоченного была слабой.

**Список используемых источников:**

1. Чиняева Ю.З., и др. Сдерживание развития корневищного злака на начальных этапах развития многолетнего бобово-злакового агрофитоценоза как способ стимулирования фиксации азота у бобового компонента. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2015. С. 158-159.
2. Панфилов А.Э. и др. Почвенные и листовые гербициды как альтернативные элементы технологии возделывания кукурузы // Журнал АПК России. Челябинск: Челябинская государственная агроинженерная академия, 2012. С. 106-110.
3. Глухих М.А., Калганова Т.С. Динамика азота в почвах Зауралья // Журнал АПК России. Челябинск: Челябинская государственная агроинженерная академия, 2015. С. 118-125.
4. Чиняева Ю.З., Кущева О.В., Калганов А.А., Крамаренко М.В., Минаев Е.А. Влияние азотфиксирующей способности клевера лугового и люцерны синегибридной на питательную ценность корма // Люберцы. 2015. С. 28-29.
5. Крамаренко М.В. Динамика продуктивности многолетних бобово-мятликовых травосмесей при разной интенсивности внедрения в агрофитоценоз вегетативно-подвижного мятликового компонента // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 4 (126). С. 58-61.

© 2016, Чиняева Ю.З., Щелканова А.В.,  
Щелканов М.А.

*Влияние сроков посева на продуктивность  
валерианы лекарственной*

© 2016, Chinaeva Yu.Z., Shchelkanova A.V.,  
Shchelkanov M.A.

*Effect of sowing time on productivity of Valeriana  
officinalis*