

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра медицинской физики

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

**ИЗМЕРЕНИЯ СИГНАЛА ЛАЗЕРНОЙ ДОПЛЕРОВСКОЙ
ФЛОУМЕТРИИ ПРИ ДИАБЕТЕ 1 ТИПА**

студента 4 курса 4021 группы

направления 03.03.02 «Физика»

код и наименование направления

института физики

наименование факультета, института

Прутских Матвея Сергеевича

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

д.ф.-м.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

А.С. 9.06.23
подпись, дата

А.В. Скрипаль

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой:

д.ф.-м.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

А.С. 9.06.23
подпись, дата

А.В. Скрипаль

инициалы, фамилия

Саратов 2023 г.

Введение

Для исследования микроциркуляции крови используется метод «Лазерной доплеровской флоуметрии». Метод ЛДФ является наиболее целесообразным подходом, так как обладает высокой чувствительностью к изменениям движения крови в сосудистой системе и способен оценивать состояние функционирования механизмов управления кровотоком. Лазерная доплеровская флоуметрия может быть использована для исследования такого заболевания как «сахарный диабет». Данное заболевание свидетельствует о невозможности выработки инсулина организмом для самостоятельной регуляции глюкозы и, учитывая, что в первую очередь страдает сосудистая система, ЛДФ может показать состояние микроциркуляторного русла человека, выявить отклонения от нормы или осложнения связанные с «Сахарным диабетом».

Целью моей работы является изучение, при помощи лазерной доплеровской флоуметрии, состояния микроциркуляторного русла при различных концентрациях глюкозы крови, исследование возможности изменения ЛДФ-спектров в зависимости от уровня сахара и рассмотрение возможного применения данному исследованию.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Провести исследования, при помощи ЛДФ, микроциркуляторного русла пациента с заболеванием СД в трех состояниях: гипергликемия, гипогликемия, нормальный сахар.
2. Сравнить полученные результаты ЛДФ-грамм и ЛДФ-спектров и зарегистрировать возможные изменения.
3. В зависимости от полученных данных, определить возможность применения ЛДФ для регистрации состояния сосудистой системы при заболевании сахарный диабет 1 типа.

1. Результаты измерений ЛДФ-спектров при различных концентрациях уровня глюкозы в крови.

В ходе выполнения работы, было рассмотрено состояние микроциркуляторного русла, изменения ЛДФ-спектров и ЛДФ-грамм, при нормальных показателях уровня сахара в крови, а также при гипергликемии и гипогликемии.

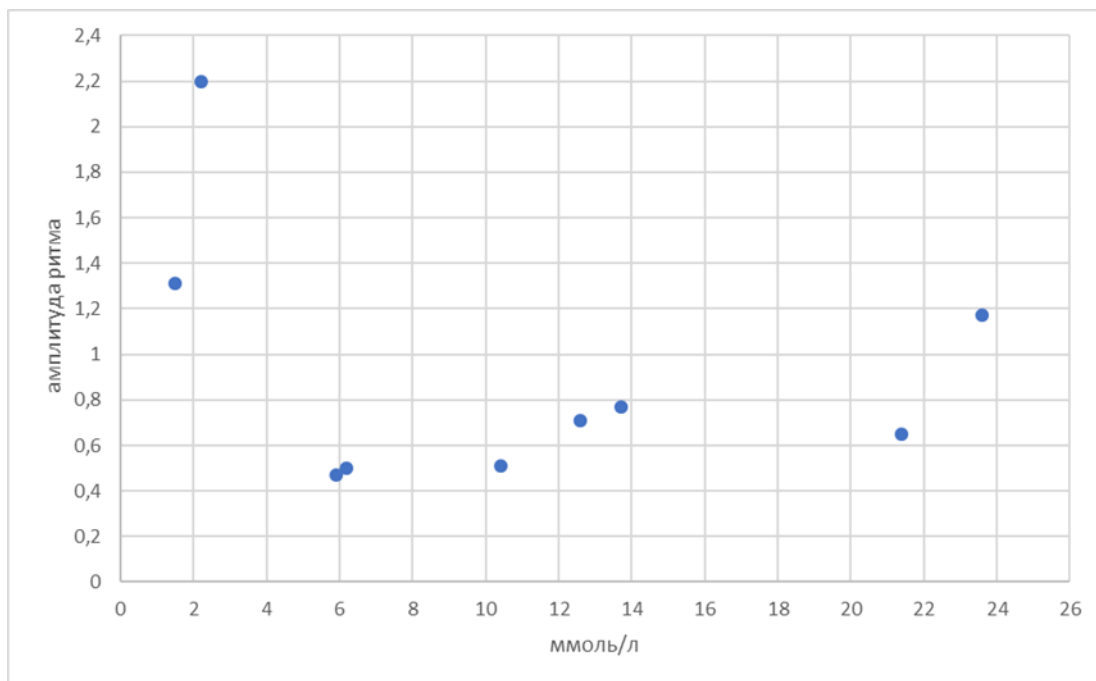
При стрессовом состоянии организма у пациента наблюдались: обильное питье и мочеиспускание, сухость и привкус железа во рту, сонливость, легкая тошнота, сильное потовыделение, рябь и потемнение в глазах.

Всего было проведено 9 исследований, составлена таблица всех параметров и результатов полученных в ходе проведенных исследований.

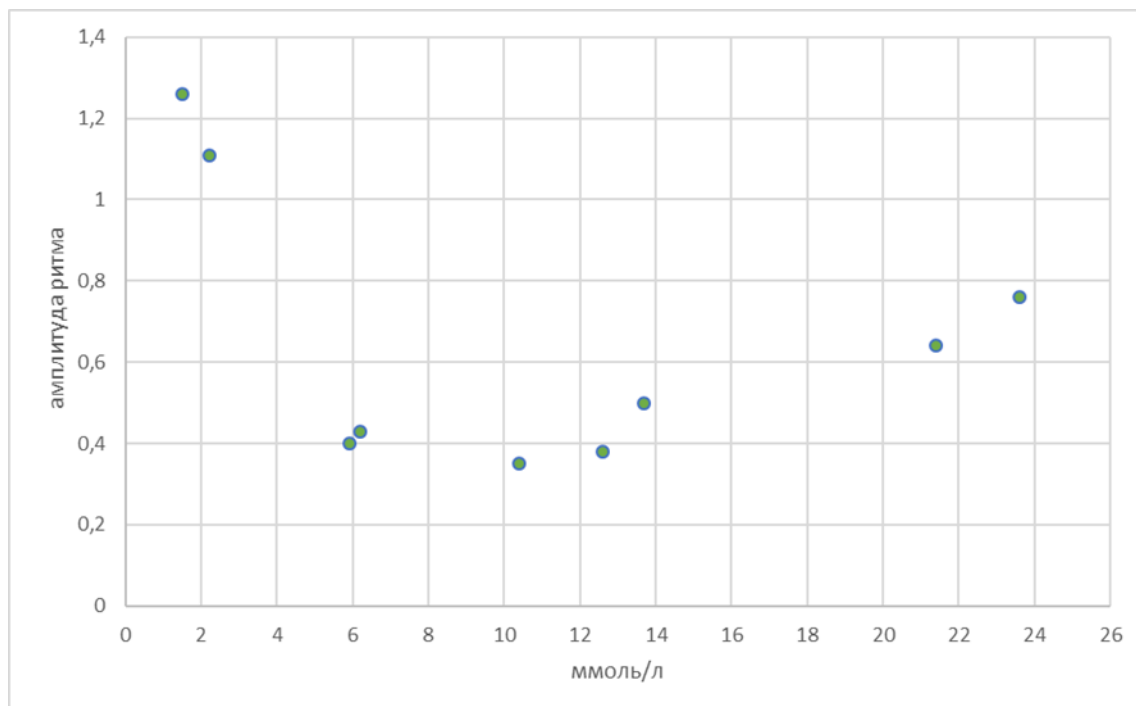
№ Исследования	Уровень сахара в крови, ммоль/л	Общее состояние пациента, отн. ед.	Миогенный ритм	Нейрогенный ритм	Сердечный ритм	Дыхательный ритм	Эндотелиальный ритм
1	23,6	2 из 5	1,17	0,76	0,48	1,17	0,73
2	21,4	2 из 5	0,65	0,64	0,53	0,25	0,56
3	13,7	3.5 из 5	0,77	0,5	0,41	0,32	0,89
4	10,4	3.5 из 5	0,51	0,35	0,32	0,28	0,3
5	12,6	3.5 из 5	0,71	0,38	0,25	0,2	0,42
6	5,9	5 из 5	0,47	0,4	0,25	0,14	0,45
7	6,2	5 из 5	0,5	0,43	0,43	0,14	0,65
8	2,2	2 из 5	2,2	1,11	2,19	0,58	0,97
9	1,5	1.5 из 5	1,31	1,26	2,03	1,11	1,19

На основе полученной таблицы, были построены графики с следующим содержанием: зависимость миогенного, нейрогенного, сердечного и дыхательного микроциркуляторного ритма, для лучшей визуализации реакции микроциркуляторного русла на показатели уровня сахара в крови.

Был проведен анализ полученных графиков и сделаны следующие выводы:

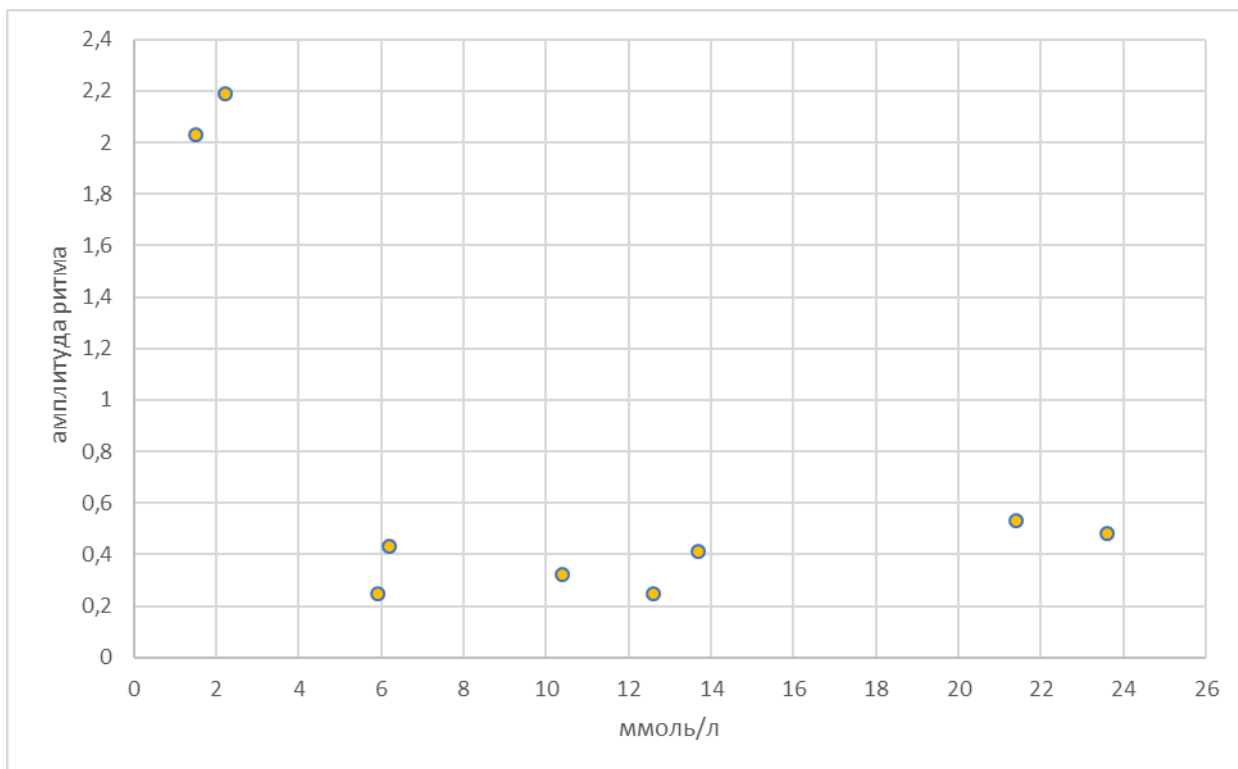


- в зависимости миогенного ритма от уровня глюкозы крови, при наличии гипергликемии и гипогликемии, наблюдаются высокие показатели миогенного ритма, в сравнении с нормальным и завышенным уровнем сахара крови.

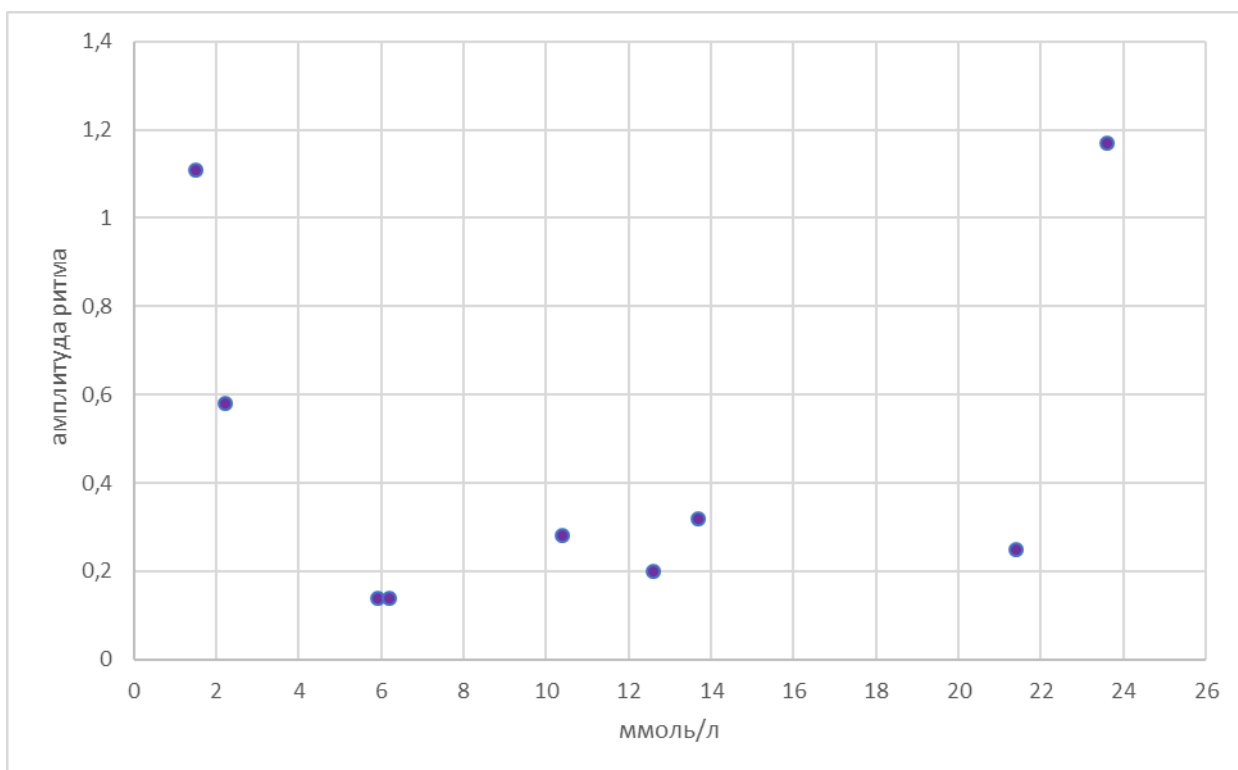


- в зависимости нейрогенного ритма от уровня сахара в крови хорошо видна аналогия зависимости, как и при миогенном ритме. То есть высокие

показатели нейрогенного ритма в сравнении с нормальным и повышенным уровнем сахара в крови.



- при зависимости сердечного ритма, мы наблюдаем высокие показатели только при состоянии гипогликемии, это может быть связано с тем, что организм находится в состоянии сильного стресса.



- у дыхательного ритма отклонения наблюдаются только при критических состояниях, это показатели сахара в крови, при которых пациент находится в предкомном состоянии.

Заключение

В ходе работы был рассмотрен и изучен принцип работы ЛДФ.

Благодаря проведенным исследованиям можно сделать следующие выводы:

- 1) при помощи ЛДФ можно наблюдать как концентрация глюкозы крови отражается на микроциркуляторных ритмах кровеносной системы;
- 2) ритмы сильно различаются в зависимости от количества глюкозы крови: при гипогликемии наблюдается значительное повышение всех микроциркуляторных ритмов и угнетение ЛДФ или ее изменение в виде несогласованности движений друг с другом. Изменчивость ЛДФ может быть связана с нарушением метаболизма в головном мозге, а при гипергликемии мы можем увидеть незначительные изменения по отношению к показаниям микроциркуляторных ритмов при нормальной концентрации глюкозы в крови, это возможность повышения миогенного и нейрогенного ритма, так как кровь при таком сахаре сильно загустевает, следовательно сокращение мышечных стенок сосудов и их стимуляция будет повышаться.
- 3) такой тип исследования можно применять при плановых госпитализациях пациентов с заболеванием «сахарный диабет», для наблюдения состояния микроциркуляторного русла при разных показаниях сахара, а также для повторного проведения диагностики при следующей госпитализации с целью сравнения, и регистрации изменений, или возможных нарушений полученных результатов, что поможет.

Список использованной литературы

1. Принципы лазеров. О. Звелто. Пер. с англ.— 3-е перераб. и доп. изд. — М.: Мир, 1990. — 560 с.
2. Cingolani R., Stolz W., Ploog K. Electronic states and optical transitions in modulation-doped n-type GaInAs/AlInAs multiple quantum wells / R.Cingolani, W.Stolz, K.Ploog // Phys.Rev. – 1989. – № 40. – P. 2950-2955.
3. М. Пилкун. Инжекционные лазеры. Успехи физических наук. Том 98. Выпуск 2. 1969 год.
4. Усанов Д.А., Скрипаль Ал.В., Скрипаль Ан.В. Физика полупроводниковых радиочастотных и оптических автодинов — Саратов: Изд-во Саратовского университета, 2003. 312 с.
5. Усанов Д.А., Скрипаль А.В., Авдеев К.С. Изменение спектра сигнала лазерного полупроводникового автодина при фокусировке излучения // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. 2009. Том 17. № 2. С. 54–65.
6. Усанов, Д.А. Автодинная интерферометрия расстояния с помощью полупроводникового лазера при токовой модуляции длины волны излучения / Д.А. Усанов, А.В. Скрипаль, Е.И. Астахов, И.С. Костюченко, С.Ю. Добдин // Компьютерная оптика. – 2018. – Т. 42, № 1. – С. 54-59
7. Усанов Д.А., Скрипаль А.В., Добдин С. Ю., Астахов Е. И., Костюченко И. Ю., Джафаров А. В.. Методы автодинной интерферометрии расстояния при токовой частотной модуляции полупроводникового лазера. Изв. Сарат. ун-та. Нов.сер. Сер. Физика. 2018. Т. 18, вып. 3. 2018 год.
8. Сурис Р. А., Тагер А. А. Когерентность и спектральные свойства излучения полупроводникового лазера с внешним отражателем // Квантовая электроника. 1984. Т.11, №4. С. 35–43.
9. Usanov DA, Skripal AV. Measurement of micro-and nanovibrations and displacements using semiconductor laser autodynes. QuantumElectronics 2011; 41(1): 86-94.

10. Usanov DA, Skripal AV, Astakhov EI, Dobdin SU. Selfmixing interferometry of distance at wavelength modulation of semiconductor [In Russian]. *Izvestiya of Saratov University. Newseries. Series: Physics* 2015; 15(3): 12- 18.
11. Bosch Th., Servagent N., Donati S. Optical feedback interferometry for sensing application // *Opt. Eng.* 2001. 40, N 1. P. 20.
12. Giuliani G., Norgia M., Donati S., Bosch Th. Laser diode self-mixing technique for sensing applications // *Journ. Opt. A: Pure Appl. Opt.* 2002. 4. P. 283.
13. Plantier G., Servagent N., Sourice A., Bosch Th. Real-time parametric estimation of velocity using optical feedback interferometry // *IEEE Trans. Instrum. and Meas.* 2001. 50, N 4. P. 915.
14. Соболев В. С., Уткин Е. Н., Щербаченко А. М. и др. Активная лазерная интерферометрия: состояние и перспективы // *Автометрия.* 2004. 40, № 6. С. 4.
15. Osterwalder J. M., Rickett B. J. Frequency modulation in GaAlAs injection lasers at micro-wave frequency rates // *IEEE Journ. Quant. Electron.* 1980. QE-16, N 3. P. 250.
16. Chebbour A., Gorecki C., Tribillon G. Range finding and velocimetry with directional discrimination using a modulated laser diode Michelson interferometer // *Opt. Commun.* 1994. 111, Is. 1-2. P 1.
17. Economou G., Youngquist R. G., Davies D. E. N. Limitations and noise in interferometric systems using frequency ramped single-mode diode lasers // *Journ. Lightwave Technol.* 1986. LT-4,N11. P. 1601.
18. Усанов Д.А., Скрипаль А.В. Измерение микро- и нановибраций и перемещений с использованием полупроводниковых лазерных автодинов // *Квант. Электроника.* 2011. 41 (1). С. 86–94.
19. Берштейн И. Л. Об измерении весьма малых изменений разности двух световых колебаний// *ДАН.* 1954. Т.94, №4. С. 655–658.

20. Астахов Е.И., Усанов Д. А., Скрипаль А. В., Доблин С.Ю. Автодинная интерферометрия расстояния при модуляции длины волны излучения полупроводникового лазера//Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Физика № 3 / том 15 / 2015 С.12–15.
21. Усанов Д. А., Скрипаль А. В. Измерение нанометровых вибраций полупроводниковым лазером на квантоворазмерных структурах, работающим в автодинном режиме // Письма в ЖТФ. 2003. № 9. С.51–57.
22. Усанов Д.А., Скрипаль А.В., Кашавцев Е.О., Калинин М.Ю. Измерение амплитуды нановибраций с помощью полупроводникового лазерного автодина с учетом влияния обратной связи // Письма в ЖТФ. 2012. Том 38, № 12. С. 81-86.
23. Вагарин В.А., Скрипаль А.В., Усанов Д.А. Об ограничениях в применении спектрального метода определения амплитуды вибраций //Автометрия. 1994. № 1. С.89-90
24. Amann M. C., Bosch T., Lescure M., Myllyla R., and Rioux M. Laser ranging: a critical review of usual technique for distance measurement // Opt. Eng. 2001. Vol. 40, № 1. P. 10–19.
25. Kobayashi S., Yamamoto Yo., Ito M., Kimura T. Direct frequency modulation in AlGaAs semiconductor lasers // IEEE Journ. Quant. Electron.1982. QE-18, N 4. P. 582.

