

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра исторической геологии и палеонтологии

**««СПЛАВНУХА – КОМПЛЕКСНЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ  
КАРАМЫШСКОЙ ВПАДИНЫ  
(КРАСНОАРМЕЙСКИЙ РАЙОН САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)»**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 3 курса 321 группы  
направления 05.04.01 «Геология»  
заочной формы обучения  
геологического факультета  
профиль «Геологические ресурсы региона: мониторинг природных и  
туристических объектов»  
Труфанова Юрия Юрьевича

Научный руководитель:  
д. г.-м. н., профессор

Е.М. Первушов

подпись, дата

Заведующий кафедрой:  
д. г.- м. н., профессор

Е.М. Первушов

подпись, дата

Саратов 2025

**Введение.** Актуальность. Изучение комплексных геологических объектов регионального масштаба, таких как «Сплавнуха», является важной задачей современной геологии. Карамышская впадина представляет собой сложный тектонический элемент, отражающий ключевые этапы геологической истории юго-востока Русской плиты. Уникальность объекта «Сплавнуха» заключается в сочетании стратотипического разреза турон-сантонских отложений верхнего мела и продуктивного нефтегазоносного месторождения в палеозойских отложениях, что предоставляет редкую возможность для комплексного изучения геологического строения и эволюции региона.

Цель работы: Комплексная геологическая характеристика объекта «Сплавнуха». Задачи исследования:

1. Проанализировать литературные и фондовые материалы по геологии Карамышской впадины.
2. Изучить геоморфологические и тектонические особенности местности.
3. Провести детальное литолого-стратиграфическое изучение разрезов.
4. Выявить особенности строения с использованием данных дистанционного зондирования (ДЗЗ).
5. Обобщить результаты геофизических и геохимических исследований.
6. Составить комплексную геологическую модель объекта.

Оценить перспективы нефтегазоносности и научный потенциал объекта.

Объект исследования: Геологический комплекс «Сплавнуха».

Предмет исследования: Вещественный состав, условия залегания, генезис и геологическая история объекта.

Методы исследования:

1. Полевые методы (изучение обнажений, маршрутные наблюдения).
2. Литолого-стратиграфические и биостратиграфические методы.
3. Дистанционные методы (декодирование космоснимков).
4. Геофизические и геохимические методы.

5. Математическое и 3D-моделирование (Petrel).

Научная новизна:

1. Впервые для разреза «Сплавнуха» построена целостная 3D-геологическая модель.
2. Выявлена и обоснована магнитозона обратной полярности в турон-коньякском интервале.
3. Установлена уникальность объекта как пространственного сочетания стратотипического разреза и продуктивного месторождения.
4. Количественно обоснована седиментационная и тектоническая история формирования объекта.

Практическая значимость:

1. Подтвержден нефтегазоносный потенциал палеозойских отложений Карамышской впадины.
2. Выявленные маркирующие горизонты и палеомагнитные аномалии используются для региональной корреляции.
3. Результаты работы имеют значение для оценки минерагенического и инженерно-геологического потенциала территории.
4. Материалы обосновывают приздание объекту статуса геологического памятника природы.

Положения, выносимые на защиту:

1. Комплекс «Сплавнуха» является репрезентативным и уникальным объектом, отражающим ключевые этапы истории Карамышской впадины.
2. Литолого-стратиграфическое строение и палеомагнитные данные разреза позволяют рассматривать его в качестве опорного для турон-сантонахских отложений региона.
3. Результаты работы доказывают высокую перспективность палеозойских комплексов впадины на нефть и газ.

Работа состоит из разделов: Физико-географическая и геологическая характеристика района исследований, физико-географический очерк, обзор

геологического строения Карамышской впадины, характеристика разреза сплавнуха. Материалы и методы исследования, характеристика использованных материалов, методика полевых исследований, методика камеральной обработки данных, методы геофизических, геохимических исследований и моделирования, примененные в работе. Комплексная характеристика геологического объекта «Сплавнуха», геоморфологическое положение и тектоническая приуроченность объекта, литолого-стратиграфическая характеристика разрезов, результаты применения специальных методов, данные геофизических и геохимических исследований, анализ данных дистанционного зондирования. Геологическая модель и оценка перспективности объекта «Сплавнуха», построение комплексной геологической модели объекта, результаты физического и математического моделирования процессов формирования объекта.

Основное содержание работы. **1 Физико-географическая и геологическая характеристика района исследований**

### **1.1 Физико-географический очерк**

Район исследований расположен в южной части Красноармейского района Саратовской области в пределах Приволжской возвышенности. Геоморфологически территория представляет собой плоско-наклонную террасовую равнину (абсолютные отметки 120-140 м), выработанную в верхнемеловых отложениях. Ключевой особенностью является интенсивное овражно-балочное расчленение с плотностью сети 2,5-4,5 км/км<sup>2</sup> и скоростью роста оврагов до 10-15 м/год. Активная денудация, несмотря на негативный экологический эффект, обеспечила превосходную естественную обнаженность коренных пород.

Ландшафты значительно трансформированы антропогенной деятельностью - распашка склонов привела к высокой распаханности (65,4%) и развитию процессов деградации почв. Геоэкологическая обстановка оценивается как напряженная, усугубляемая эрозионными процессами и лесными пожарами.

## **1.2 Обзор геологического строения Карамышской впадины**

Карамышская впадина представляет собой тектонический элемент второго порядка в структуре Рязано-Саратовского прогиба в составе Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Она образована опущенным блоком, осложненным разрывными нарушениями и ограниченным крупными валами. Строение характеризуется блоковым фундаментом и осадочным чехлом от девона до палеогена с несовпадением структурных планов разновозрастных толщ. Формирование структуры носило этапный характер с основной перестройкой на рубеже палеозоя и мезозоя и окончательным оформлением в палеоген-неогене. Высокая степень наследуемости структур от среднеюрского времени и наличие перспективных коллекторов в девонских отложениях определяют нефтегазоносный потенциал впадины, требующий дальнейшего изучения.

## **1.3 Характеристика разреза Сплавнуха**

Разрез «Сплавнуха» является ключевым стратотипическим объектом для изучения турон-сантонских отложений Карамышской впадины. В его строении четко выделяются: туронские мергели (25-30 м), формировавшиеся в условиях открытого морского бассейна, и сantonские песчаники и опоки (15-20 м), свидетельствующие об обмелении бассейна. Важным маркером служит базальный фосфоритовый горизонт в основании турона, фиксирующий перерыв в осадконакоплении.

Уникальность объекта заключается в сочетании стратотипического разреза мезозойских отложений и продуктивного палеозойского месторождения в ардатовских коллекторах среднего девона. Это предоставляет редкую возможность для изучения многоэтапной геологической истории региона и сопоставления разновозрастных структурных планов.

## **2 Материалы и методы исследования**

### **2.1 Характеристика использованных материалов**

Эффективное изучение комплекса «Славнуха» базировалось на интеграции традиционных и современных методов. Для количественного анализа и оценки пространственной неоднородности геологических параметров применялся геостатистический подход, включая анализ вариограмм и расчет коэффициента вариации.

Литолого-стратиграфические методы позволили выполнить детальное расчленение разреза с использованием маркирующих горизонтов. Современные исследования включали применение ГИС, GPS и данных дистанционного зондирования (мультиспектральная и радиолокационная съемка), что обеспечило выявление тектонических структур.

Биостратиграфический анализ основывался на изучении комплексов макро- и микрофaуны. Итогом исследований стало построение в программном комплексе Petrel комплексной 3D-геологической модели, интегрирующей все полученные данные и воспроизводящей пространственную организацию геологических тел.

## **2.2 Методика полевых исследований (описание естественных обнажений, отбор проб)**

Методика полевых исследований включала комплекс последовательных операций по изучению разреза «Славнуха». На первом этапе выполнялась геодезическая привязка обнажений с использованием GPS-оборудования с последующим детальным послойным описанием: фиксировались мощность пластов, литологический состав, структурно-текстурные особенности пород, характер границ между слоями и наличие фаунистических остатков. Особое внимание уделялось документации тектонических нарушений и элементов залегания.

Важнейшим элементом работ являлся репрезентативный отбор образцов: проводился серийный послойный отбор литологических проб для лабораторных исследований, сбор палеонтологического материала для биостратиграфических реконструкций, а также отбор ориентированных образцов для палеомагнитных исследований. Все данные фиксировались в

полевом дневнике с фотофиксацией и схемами, что составило основу для последующей камеральной обработки и построения геологической модели.

### **2.3 Методика камеральной обработки данных**

Камеральная обработка материалов включала комплекс лабораторных исследований для детальной характеристики вещественного состава пород.Петрографическое изучение проводилось методами макроскопического описания и микроскопического анализа шлифов, дополненного рентгенофазовым анализом для идентификации тонкодисперсных минералов. Это позволило определить минеральный состав, структурно-текстурные особенности пород и реконструировать условия седиментации.

Гранулометрический анализ обломочных пород выполнялся классическими (ситовой анализ) и современными методами (лазерная дифрактометрия), что обеспечило точную количественную оценку распределения частиц в диапазоне от 0.01 мкм до нескольких мм. Полученные данные использовались для диагностики литотипов и интерпретации гидродинамических условий осадконакопления. Результаты камеральной обработки легли в основу построения стратиграфических колонок, литолого-фациальных моделей и последующего 3D-моделирования.

### **2.4 Методы геофизических, геохимических исследований и моделирования, примененные в работе**

Для изучения глубинного строения и свойств пород использован комплекс геофизических, геохимических методов и моделирования. Интерпретация данных ГИС позволила оценить ФЕС палеозойских коллекторов и идентифицировать интервалы насыщения, с верификацией по керну.

Геохимические исследования (изотопный анализ  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$  и биомаркеры) реконструировали палеоусловия позднемелового бассейна и историю генерации УВ.

Математическое моделирование интегрировало все данные: 3D-бассейновое моделирование воссоздало миграцию УВ, метод конечных

элементов верифицировал тектоническую гипотезу формирования структуры, а седиментационное моделирование количественно обосновало смену фаций на границе турона и сантона, связанную с обмелением бассейна.

### **3 Комплексная характеристика геологического объекта «Славнуха»**

#### **3.1 Геоморфологическое положение и тектоническая приуроченность объекта**

Геологический объект «Славнуха» расположен в южной части Красноармейского района на плоско-наклонной террасовой равнине (отметки 120-140 м), где интенсивная эрозия (плотность овражной сети 2,5-4,5 км/км<sup>2</sup>) обнажила контакты туронских и сантонских ярусов.

Тектонически объект приурочен к узлу сочленения Карамышской впадины с Елшано-Сергиевским и Некрасовским валами. Данные ДЗЗ выявили систему линеаментов северо-западного и субширотного простирания, соответствующих зонам разломов.

Такое положение предопределило уникальную комплексность объекта: тектонические движения одновременно обнажили мезозойские отложения и сформировали ловушки для углеводородов в палеозойских породах, что позволяет изучать разновозрастные структурные планы в пределах одного локалитета.

#### **3.2 Литолого-стратиграфическая характеристика разрезов**

Детальное литолого-стратиграфическое изучение разреза «Славнуха» позволило установить его двухъярусное строение с четкой границей между туронскими и сантонскими отложениями, свидетельствующей о стратиграфическом перерыве.

Туронский ярус (25-30 м) сложен карбонатными мергелями с конкрециями и содержит базальную фосфоритоносную пачку - региональный маркерный горизонт, фиксирующий перерыв в осадконакоплении и последующую трансгрессию. Комплексы бентосных фораминифер

указывают на формирование в условиях открытого морского бассейна нормальной солености.

Сантонский ярус (15-20 м) представлен кварцевыми песчаниками и опоками, отражающими обмеление бассейна и усиление терригенного стока. Полученные данные позволяют надежно коррелировать разрез «Славнуха» с опорными разрезами региона и реконструировать палеогеографические условия позднего мела.

### **3.3 Результаты применения специализированных методов**

Комплексное изучение объекта «Славнуха» потребовало применения современных специализированных методов исследования, позволяющих получить принципиально новую информацию о его глубинном строении, вещественном составе и пространственной организации. Интеграция данных дистанционного зондирования, геофизических, геохимических и петрофизических исследований создала надежную основу для построения целостной геологической модели объекта.

#### **3.3.1 Данные геофизических и геохимических исследований**

Комплексные геофизические и геохимические исследования выявили особенности глубинного строения и вещественного состава объекта «Славнуха». Данные сейморазведки подтвердили наличие брахиантиклинали, осложненной системой разломов (амплитуда 50-80 м), которые определяют блоковое строение и формируют природные резервуары. Изучение керна показало преобладание каверново-трещинного типа коллектора с пористостью 12-18% и проницаемостью до 200 мД. Геохимические анализы выявили биомаркеры морских карбонатных фаций, подтвердившие саргаевско-доманиковые отложения как источник углеводородов. Изотопный состав ( $\delta^{13}\text{C}$  -28...-30‰) характерен для палеозойских нефтьей региона. Литогеохимические и палеомагнитные исследования фосфоритовых горизонтов и мергелей установили условия их формирования в открытом морском бассейне и идентифицировали магнитозону обратной полярности, коррелируемую с «Клюевской» зоной.

### **3.3.2 Анализ данных дистанционного зондирования**

Анализ данных ДЗЗ выявил ключевые особенности геологического строения и современной геодинамики объекта «Славнуха». Дешифрирование снимков Landsat 8-9 и Sentinel-1 позволило идентифицировать систему линеаментов северо-западного и субширотного простирания, а также кольцевую структуру диаметром 3 км. Обработка радарных данных подтвердила тектоническую нарушенность территории, зафиксировав современные вертикальные смещения до 2-3 мм/год в зонах разломов. Тепловая съемка выявила локальные аномалии, коррелирующие с зонами трещиноватости, а гиперспектральные данные ASTER позволили провести минералогическое картографирование. Полученные результаты были верифицированы полевыми исследованиями и составили основу для тектонической интерпретации строения объекта.

### **3.4 Обсуждение генезиса и геологической истории объекта «Славнуха»**

Формирование комплекса «Славуха» — результат многоэтапной геологической истории Карамышской впадины. В среднем девоне сформировались терригенные коллекторы ардатовского горизонта, изолированные кунгурской соленосной толщой в перми. На рубеже палеозоя-мезозоя тектоническая перестройка создала структурный план ловушек. В позднем мелу (турон-сантон) происходило накопление мергелей с базальным фосфоритовым горизонтом (маркер трансгрессии), сменившееся песчано-опоковыми отложениями, с сохранением магнитозоны обратной полярности. В кайнозое неотектонические движения и эрозия вскрыли разрез. Уникальность объекта обусловлена сочетанием в тектоническом узле стратотипического разреза мезозоя и продуктивного палеозойского месторождения.

## **4 Геологическая модель и оценка перспективности объекта «Славнуха»**

### **4.1 Построение комплексной геологической модели объекта**

Построение 3D-геологической модели объекта «Сплавнуха» выполнено в программном комплексе Petrel и явилось ключевым этапом интеграции всех полученных данных. На основе интерпретации материалов сейсморазведки и данных бурения был создан структурный каркас модели – поверхности кровли фундамента, палеозойского комплекса и меловых отложений. Модель подтвердила приуроченность объекта к локальной брахиантиклинали, осложненной системой разломов северо-западного простирания, и наглядно продемонстрировала несовпадение структурных планов палеозойских и мезозойских отложений.

Структурный каркас был преобразован в трехмерную сетку, ячейки которой были наполнены литологическими и петрофизическими свойствами (пористость, проницаемость) методами геостатистики. В результате была получена целостная модель, количественно характеризующая пространственное размещение: 1) стратотипического разреза турон-сантонаских отложений на дневной поверхности и 2) продуктивных коллекторов ардатовского горизонта среднего девона в глубинной части. Построенная модель верифицирована по данным скважин и служит основой для оценки перспектив нефтегазоносности и планирования геологоразведочных работ.

## **4.2 Результаты физического и математического моделирования процессов формирования объекта**

Для количественного обоснования истории формирования объекта «Сплавнуха» применено математическое и физическое моделирование.

Седиментационное моделирование подтвердило, что смена мергелей турона песчаниками и опоками сантона вызвана обмелением бассейна и усилением терригенного стока на фоне тектонического поднятия региона. Модель также показала, что базальный фосфоритовый горизонт турона является региональным маркером перерыва и последующей трансгрессии.

Геомеханическое моделирование (МКЭ) воспроизвело формирование локальной брахиантиклинали, к которой приурочен объект. Установлено, что

структурой образовалась как следствие унаследованного развития разломов фундамента в поле региональных палеонапряжений, связанных с активизацией Елшано-Сергиевского и Некрасовского валов.

**Заключение.** Геологический объект «Славнуха» представляет собой репрезентативный и уникальный элемент структуры Карамышской впадины, сочетающий стратотипический разрез турон-сантонских отложений и продуктивное палеозойское месторождение. Впервые для объекта построена целостная 3D-геологическая модель, выявившая несовпадение структурных планов разновозрастных толщ и блоковое строение, контролируемое разломами фундамента. Установлена магнитозона обратной полярности в турон-коньяцком интервале, имеющая значение для глобальной стратиграфической корреляции. Практическая значимость работы подтверждается оценкой высокого нефтегазоносного потенциала палеозойских комплексов и обоснованием придания объекту статуса геологического памятника природы.

**Выводы.** Проведенное исследование позволило установить, что геологический объект «Славнуха» является репрезентативным и уникальным комплексом, на примере которого раскрывается многоэтапная геологическая история Карамышской впадины. Впервые для данного объекта выполнено комплексное литолого-стратиграфическое, палеомагнитное и геофизическое изучение, результатом которого стало построение детальной 3D-геологической модели. Установлено, что разрез «Славнуха» является опорным для турон-сантонских отложений региона, о чем свидетельствуют выявленные маркирующий фосфоритовый горизонт и магнитозона обратной полярности. Подтвержден нефтегазоносный потенциал палеозойских коллекторов, а пространственное сочетание стратотипического разреза и продуктивного месторождения определяет высокую научную и практическую значимость объекта, обосновывая целесообразность его сохранения в качестве геологического памятника природы.