

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 (дешифрирование 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 придание 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-сантонских 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/км² 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 ограниченными 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 сантонские 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 «Сплавнуха» 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 микрофауны. 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 «Сплавнуха». 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

полевым 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

«Сплавнуха»

3.1 Геоморфологическое положение и тектоническая приуроченность объекта

Геологический объект «Сплавнуха» 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/км²) 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 «Сплавнуха» 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 «Сплавнуха» с опорными разрезами региона и реконструировать палеогеографические условия позднего мела.

3.3 Результаты применения специализированных методов

Комплексное изучение объекта «Сплавнуха» 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 «Сплавнуха». Данные сейсморазведки 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 нефтей 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 «Сплавнуха». Дешифрирование снимков Landsat 8-9 и Sentinel-1 позволило идентифицировать систему линейных элементов 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 «Сплавнуха»

Формирование комплекса «Славуха» — результат многоэтапной геологической истории Карамышской впадины. В среднем девоне сформировались терригенные коллекторы ардамовского горизонта, изолированные кунгурской соленосной толщей 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-опокowymi 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 «Сплавнуха»

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-сантонских 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 геолого-разведочных 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

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

Заключение. Геологический объект «Сплавнуха» 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-коньякском 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 «Сплавнуха» 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 «Сплавнуха» 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.