

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

Кафедра геофизики

**«Исследование структуры кристаллического фундамента
правобережной части Саратовского участка Поволжья в связи с
поисками залежей углеводородов»**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 2 курса 261 группы
направление 05.04.01 геология
профиль «Геофизика при поисках
нефтегазовых месторождений»
геологического ф-та
Михайлова Владислава Александровича

Научный руководитель

Д. г.-м.н., профессор

подпись, дата

В.А. Огаджанов

Зав. кафедрой

К. г.- м.н., доцент

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2024

Введение. Актуальность исследуемой работы заключается в том, что изучаемые объекты являются нефтегазоперспективными и все работы, проводимые в их пределах для выявления нефтегазоперспективных комплексов, были нацелены на верхнюю часть осадочной толщи, а более глубокие горизонты не исследованы. Ввиду того, что имеются предпосылки миграции углеводородов из нижележащих толщ, следует доразведать их различными геофизическими методами.

Целью данной работы является выявление и анализ связи глубинного строения и месторождений углеводородов на примере трёх участков юго-востока Восточно-Европейской платформы, расположенных в как правобережной части Саратовского Поволжья, так и в левобережной.

Задачами работы является изучение в пределах указанных участков структуры поверхности кристаллического фундамента, его неоднородностей и обоснование возможных источников и путей миграции углеводородов из нижележащей толщи кристаллического фундамента в вышележащие толщи осадочного комплекса.

Объектами исследования данной работы являются Казанлинское, Восточно-Рыбушанское и Гурьяновское месторождение.

Первый исследуемый объект - Казанлинское месторождение располагается в пределах Петровско-Карабулакского вала – структуры второго порядка, входящей в состав Рязано-Саратовского прогиба. В геологическом строении Казанлинского месторождения принимает участие фундамент, сложенный кристаллическими породами архейско-нижнепротерозойского возраста, осадочный комплекс представлен верхнепротерозойскими и фанерозойскими отложениями. Палеозой – девон, карбон. Мезозой – юра, мел. Кайнозой – четвертичные. Продуктивный пласт кизеловско-черепетского возраста (C_{1t}).

Второй исследуемый объект - Восточно-Рыбушанское месторождение расположено в пределах Карамышской депрессии, которая является элементом II порядка, входящего в состав Рязано-Саратовского прогиба и

находящегося в юго-восточной его части. Продуктивными являются отложения верейского(C_2) и бобриковского(C_1) возрастов.

Третьим исследуемым объектом является Гурьяновское месторождение. Находится в пределах Степновского сложного вала. Продуктивными являются отложения бобриковского (C_{1bb}) и черепетского (C_{1cr}) возрастов.

Научная новизна работы заключается в появлении данного метода сравнительного анализа месторождений углеводородов со структурой кристаллического фундамента.

Научная значимость работы заключается в решении проблем, связанных с поисками залежей углеводородов на территориях со схожей структурой кристаллического фундамента.

Положения, выносимые на защиту:

1. Графические приложения в виде геолого-геофизических профилей изучаемых территорий, а также карт гравитационных и магнитных аномалий с нанесёнными на них разрывными нарушениями.

2. Результаты анализа карт гравитационных и магнитных аномалий, а также изучение структуры кристаллического фундамента в связи с поисками залежей углеводородов на территории Саратовского Поволжья.

Данная выпускная квалификационная работа состоит из трёх разделов. Первый раздел «Геолого-геофизическая характеристика района работ». В нём содержится пять подразделов со следующими названиями: «Физико-географические условия проведения работ», «Геолого-геофизическая изученность района работ», «Стратиграфия и литология», «Тектоника» и «Нефтегазоносность». Вторая глава «Методика исследований» состоит из трёх подразделов со следующими названиями: «Топографо–геодезические работы», «Сейсморазведочные работы» и «Структурные построения». Также имеется заключающая глава под названием «Результаты работ».

Основное содержание работы. Раздел 1 «Геолого-геофизическая характеристика района работ» содержит пять подразделов.

Подраздел 1.1 «Физико-географические условия проведения работ». Участок располагается на Правобережье реки Волга в пределах Приволжской возвышенности. Рельеф местности – холмистое степное плато, расчлененное овражно-балочной сетью. Колебания абсолютных отметок рельефа от +229 ÷ +185 м на водоразделах до +130 ÷ +117 м в поймах речек и тальвегов оврагов. Крутизна склонов возвышенностей большей частью не превышает 7 – 10°. Крутизна склонов балок достигает местами 12°, борта оврагов и долины речки Казанла осложнены обрывами высотой 3 – 5 метра и промоинами глубиной до 5 метров при ширине до 20 метров. В пределах Казанлинского участка протекают малобитные речки Казанла (восточная часть участка) и Соболейка (западная часть участка) с безымянными притоками, впадающие в реку Терешка. Последняя является правым притоком реки Волги. Питание этих речек осуществляется за счет родников.

Подраздел 1.2 «Геолого-геофизическая изученность района работ». Планомерное изучение геологического строения района Карабулакского вала началось в 1940 г. с крупномасштабных геологических съемок (1:25 000, 1:50 000, 1:100 000), целевым назначением которых являлось изучение стратиграфии и литологии верхней части осадочного чехла и тектонического строения территории по мезозойским маркирующим горизонтам. Для уточнения строения выявленных геологической съемкой поднятий применялось структурное бурение на мезозойский маркирующий горизонт. По результатам крупномасштабных геологических съемок 1940 – 1955 годов выявлен ряд локальных поднятий, в том числе Казанлинское (1944 г.), Карабулакское и Алексеевское. К этому времени уже было открыто Елшано-Курдюмское месторождение нефти и газа с залежами в каменноугольных и девонских отложениях. Поэтому на Казанлинской структуре было поставлено структурное бурение (пробурено 26 скважин, из которых 12 скважин находятся в пределах месторождения), в результате чего было уточнено строение поднятия по отложениям барремского яруса.

Подраздел 1.3 «Стратиграфия и литология». В геологическом строении

Казанлинского месторождения принимают участие кристаллические породы архейско-нижнепротерозойского фундамента, осадочные образования верхнепротерозойского, палеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов. Породы кристаллического фундамента, представленные в Саратовском Правобережье гранито-гнейсами, на Казанлинской площади вскрыты на забое (2661 м) скважины № 7. Более полный разрез фундамента вскрывают скважины, расположенные юго-западнее участка. Это скважины № 1 Малиноовражная и № 1 Аряшская. Согласно последним данным НВ НИИГГ на Казанлинской площади на фундаменте залегают отложения верхнепротерозойского возраста, представленные терригенными образованиями татищевской свиты нижнего рифея. Их вскрытая толщина составляет около 20 метров (скважина № 7). Залегающие выше отложения фанерозоя перекрывают рифейские терригенные породы с крупным региональным стратиграфическим несогласием – полностью отсутствуют отложения раннего палеозоя (кембрий, ордовик, силур) и практически всего раннего девона. Начинается фанерозойский разрез с мощной толщи терригенных образований, сложенной в основном красноцветными и сероцветными песчаниками и гравелитами с прослоями алевролитов и аргиллитов континентального генезиса. В настоящее время описываемая толща относится к такатинской свите эмского яруса нижнего девона. Вскрытая толщина этих отложений в скважине № 7 составляет 530 – 534 метра.

Подраздел 1.4 «Тектоника». В современном тектоническом отношении Казанлинский участок располагается в пределах Петровско-Карабулакского вала – структуры второго порядка, входящей в состав Рязано-Саратовского прогиба, сформированного инверсионными движениями в предюрское и преднеогеновое время. С севера вал граничит с Дубровским прогибом, с юга с Воскресенской впадиной. Казанлинское поднятие располагается в наиболее приподнятой по каменноугольным отложениям части Петровско-Карабулакского вала. По результатам сейсмических работ 1998 года, она

представляет собой брахиантиклинальную складку, которая прослеживается от подошвы карбонатного девона до мезозоя, юго-запад – северо-восточного простирания с крутым северным крылом ($5^{\circ} - 13^{\circ}$) и пологим ($1^{\circ} - 2^{\circ}$), осложненным структурной террасой южным. Амплитуда структуры уменьшается вверх по разрезу.

Подраздел 1.5 «Нефтегазоносность». Согласно общепринятому нефтегазогеологическому районированию Казанлинское нефтегазовое месторождение находится в пределах Средне-Волжской нефтегазовой области Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. На Казанлинском месторождении по результатам бурения и опробования скважин установлены промышленные запасы нефти и газа в карбонатных отложениях кизеловского горизонта турнейского яруса нижнекаменноугольных отложений. При испытании скважины № 1Р в интервале абсолютных отметок «-546,0-566,0 м», коллектор «-546,0-553,0 м и -554,0-556,0 м» и скважины № 5Р в интервале абсолютных отметок «-544,8-565,8 м», коллектор «-544,8-553,8 м» получены притоки газа дебитами 164 и 1 тыс.м³/сут, соответственно. При опробовании скважин № 18 и № 14 в интервалах а.о. «-557,2-561,0 м» и «-556,3-561,9 м», соответственно, получены притоки нефти от 1,6 до 25 м³/сут. В скважинах № 18 и № 14 коллектора вскрыты в интервалах а.о. «-557,2-561,4 м» и «-556,7-562,1 м», соответственно. В скважине № 13 при опробовании в интервале абсолютных отметок «-556,3-561,9 м» получен приток нефти дебитом 1,5 м³/сут, кровля и подошва коллектора по данным ГИС выделяется на глубине а.о. «-556,1 м» и «-562,6 м». В скважине № 20Р при опробовании в интервале абсолютных отметок «-558,5-561,3 м» получен слабый приток жидкости дебитом 1,4 м³/сут с содержанием нефти 80% и воды до 20%, кровля и подошва коллектора по данным ГИС выделяется на глубине а.о. «-558,2 м» и «-563,7 м». Данные опробования скважин № 13 и № 20Р подтверждают ранее принятый водонефтяной контакт по подошве интервала перфорации скважины № 2Р (где на более низких отметках по сравнению с другими скважинами получен приток нефти) на абсолютной

отметке «-566,0 м» с округлением в меньшую сторону за счет корректировки по данным ГИС.

Раздел 2 «Методика исследований» содержит три подраздела.

Подраздел 2.1 «Топографо–геодезические работы». Работы выполнялись с целью обеспечения полевых и камеральных геофизических работ. Основными из них являлись:

- вынос на местность проектных профилей;
- разбивка пикетажа по профилям;
- планово-высотная привязка профилей;
- составление топоосновы отчётных карт масштаба 1: 25000;
- составление нивелировочных разрезов по профилям.

Первые три вида работ проводились с использованием системы спутниковой связи GPS, тип прибора Pro-XRS (производство США). Данная система обеспечивает субметровую точность определения координат сейсмических профилей. Все отработанные профили выносились на местность с опережением на 3 – 4 дня. Работы велись в системе координат 1942 года и в Балтийской системе высот.

Подраздел 2.2 «Сейсморазведочные работы». Сейсморазведочной партией было отработано в поле 71,95 пог. км сейсмопрофилей МОГТ-2D.

Методика полевых наблюдений была следующей:

Аппаратура состояла из 120 каналов, кратность профилирования – 60, расстояние между пунктами возбуждения – 50 м, применялось центрально-выносная система наблюдения, расстояние взрыв-прибор колебалось в пределах 100-3050 м, пункт приёма состоял из группы, в которую входила 12 сейсмоприёмников GS-20DX на базе 50 м.

Источник возбуждения упругих колебаний – группа из 2 – 3 вибраторов типа СВ-27/150-362. При работе 3 вибраторами 1 позиция на базе 30м, 4 накапливания. При работе 2 вибраторов 2 позиции с перемещением на базе 30м, 3 накапливания. Количество воздействий – 12. Расстояние между вибраторами – 15м.

Параметры управляющего сигнала: длительность излучения 10 с, длина коррелограммы – 2 с, частотный диапазон ЛЧМ свип-сигнала 15 – 90 Гц.

Регистрация на открытом канале. Шаг дискретизации – 2 мс. На магнитный регистратор выводилась информация в виде коррелограммы длиной 3 с. По материалам геологической съемки Казанлинская структура картируется как самостоятельное поднятие, осложняющее сводовую, наиболее приподнятую часть Карабулакского вала, и по меловым отложениям.

Подраздел 2.3 «Структурные построения». В ходе исследования Казанлинского вала был построен геологический профиль через Западную вершину с целью выявления структуры нижней части осадочной толщи. Разрез построен на основе структурных карт по данным бурения.

По данным гравиразведки и магниторазведки была построена схема тектонического строения изучаемой территории. На ней были выделены дополнительные разломы, которые ранее не были известны.

При изучении глубинного строения был построен и проанализирован профиль поверхности кристаллического фундамента и его неоднородности. Были выделены зоны разуплотнения в кристаллическом фундаменте, которые могут быть источником для миграции углеводородов из нижележащей толщи кристаллического фундамента в вышележащие толщи осадочного комплекса.

Раздел 3 «Результаты работ». В результате проведенных геофизических работ получены новые данные о геологическом строении и истории развития Казанлинского поднятия (месторождения), уточнена его конфигурация и геометрия по девонским и каменноугольным отложениям.

Казанлинское поднятие по упинским и каменноугольным отложениям осложнено двумя вершинами. Первая из них – Центральная (хочется ее назвать Основной), располагается в своде Казанлинской структуры, а вторая (Западная) в 500 – 700 метров от первой на выположенной западной периклинальной части, как показано на рисунке 1.

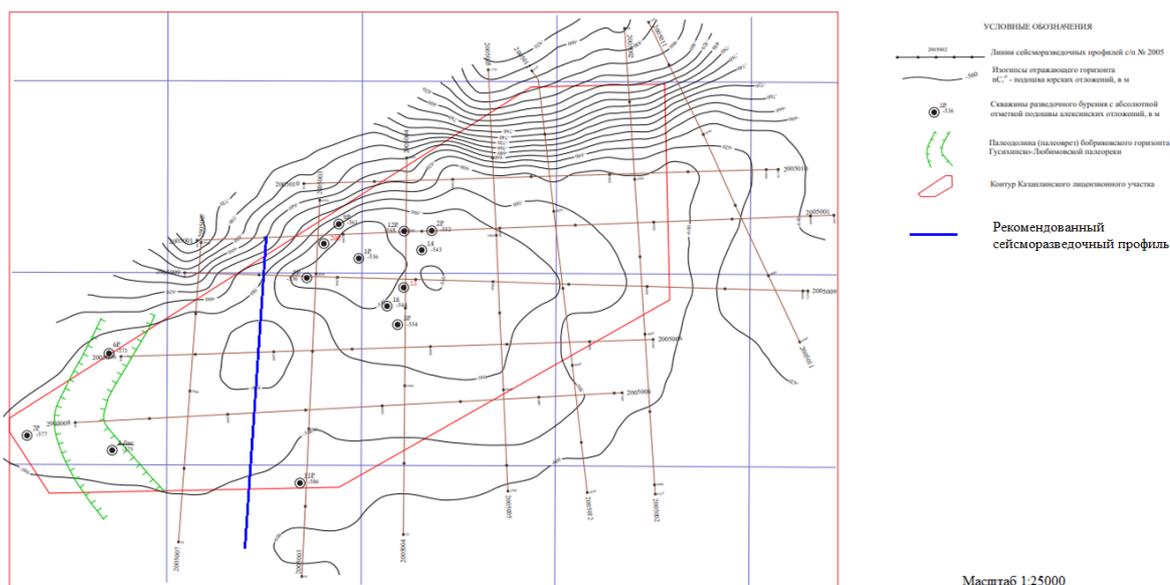


Рисунок 1 - Структурная карта по отражающему горизонту $nC1^{al}$ – подошва алексинских отложений.

Поднятие представляет собой двухвершинную брахиантиклинальную складку в форме треугольника (основание которого тяготеет к северному крылу структурной линии) северо-восточного простирания. Исходя из методов палеотектонических исследований в практике поисков нефти и газа и основываясь на изложенной выше истории развития изучаемой площади, можно сделать следующие выводы о нефтегазоносности разреза Казанлинской структуры:

1. Наличие залежей УВ в пластах-коллекторах терригенного девона весьма проблематично. Это следует из того, что если в живецких отложениях и были сформированы залежи, то они могли быть расформированы в последующую тектоническую фазу и вновь начали формироваться намного позже – в предюрское время.

2. В каменноугольных отложениях могут быть обнаружены новые залежи в малевских пластах-коллекторах, а также малоразмерные залежи в верейских и черемшано-прикамских отложениях, так как ловушки в разрезе начали формироваться в предюрское время, на что указывают признаки нефти, полученные в процессе бурения скважин, как показано на рисунке 2.

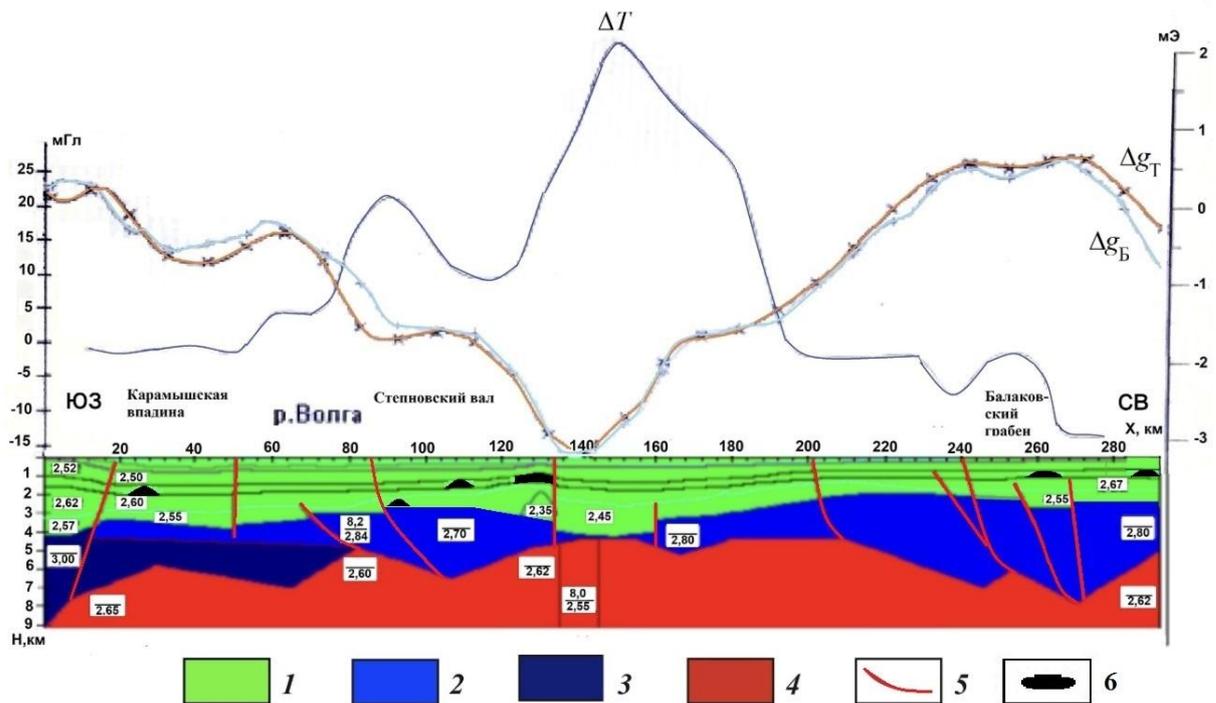


Рисунок 2 – Геолого-геофизический профиль верхней части земной коры Восточно-Европейской платформы на территории Нижнего Поволжья: 1 – осадочная толща; породы кристаллического фундамента: 2 – нормально уплотненные, 3 – переуплотненные, 4 – разуплотненные; 5 – разломы, 6 – месторождения нефти и газа. ΔT – кривая магнитного поля, Δg_B – кривая гравитационного поля в редукции Буге, Δg_G – кривая гравитационного поля, рассчитанная от модели. На модели показаны значения скоростей сейсмических волн в числителе и плотностей в знаменателе.

Большинство месторождений приурочены к приподнятым участкам кристаллического фундамента.

Здесь в осадочной толще Карамышской депрессии выявлено Восточно-Рыбушанское месторождение, находящееся на глубине около 2 км. Данная структура, аналогично двум другим исследуемым структурам, осложнена многочисленными разрывными нарушениями, которые, в свою очередь, также могут являться путями для миграции углеводородов. Помимо всего вышесказанного, месторождение находится в пределах приподнятой части кристаллического фундамента.

Также, на противоположном берегу р. Волги, выявлено Гурьяновское

месторождение, находящееся на глубине около 2,5 км, которое также осложнено разрывным нарушением.

Гурьяновское месторождение располагается в пределах разуплотнённого блока кристаллического фундамента. Значение плотности данного блока 2.7, а блоки, находящиеся в непосредственной близости с ним имеют значение плотности с севера-востока 2.8 и с юго-запада 2.84, что говорит о разуплотнении кристаллического фундамента Степновского сложного вала.

Район характеризуется сложным строением кристаллического фундамента и осадочной толщи. Рельеф фундамента представляется в виде тектонических зон, вытянутых в северо-восточном направлении, отделенных друг от друга разломами. Выделенные по кровле фундамента тектонические зоны унаследованно или инверсионно просматриваются в осадочном комплексе.

Нефтегазоносные бобриковские и черепетские отложения Западного поднятия Гурьяновского месторождения относятся к подсолевому комплексу отложений (от кристаллического фундамента до артинских включительно).

В составе газа данных месторождений было определено наличие такого глубинного газа, как гелий, что приводит к доказательствам о глубинном происхождении углеводородов.

В ходе исследования геологической природы неоднородностей кристаллического фундамента на основании материалов грави-, магнито- и сейсморазведочных работ, в пределах рассматриваемого региона были выявлены схожие геологические условия месторождений углеводородов Казанлинского, Восточно-Рыбушанского и Гурьяновского участков, доказывающие глубинное происхождение углеводородов.

Основываясь на результатах проведенных исследований на данных территориях следует провести дополнительные грави- и сейсморазведочные работы для уточнения структуры осадочной толщи и кристаллического фундамента, оконтуривания зон разуплотнения кристаллического

фундамента, выявления и уточнения расположения разрывных нарушений и обоснования постановки поисково-разведочного бурения.

Заключение. В итоге выпускной квалификационной работы было проведено исследование структуры кристаллического фундамента трёх объектов, расположенных в пределах Саратовского Поволжья, в связи с поисками залежей углеводородов.

По результатам работы были даны следующие рекомендации:

1. Для изучения нижней части осадочной толщи следует провести дополнительные гравиразведочные работы на территории Казанлинского, Восточно-Рыбушанского и Гурьяновского участков для уточнения зон разуплотнения кристаллического фундамента.

2. Помимо гравиразведочных работ, следует провести дополнительные сейсморазведочные работы на всех трёх исследуемых территориях с целью уточнения структуры кристаллического фундамента, а также выявления и уточнения расположения разрывных нарушений и обоснования постановки поисково-разведочного бурения.

3. На Казанлинском участке для повышения достоверности интерпретации сейсморазведочных данных необходимо бурение скважины на Западной вершине и проведение в ней сейсморазведочных работ, а именно использование 2D метода вертикального сейсмического профилирования для дополнительного изучения скоростей. Необходимость заключается в том, что прогнозируемое поднятие малоамплитудное и любая ошибка в определении скоростей сейсмических волн при интерпретации, может привести к ошибке прогноза структуры.