

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

Кафедра геофизики

**«Комплексные геофизические исследования для прогноза
нефтегазоперспективных объектов в низах осадочной толщи и
кристаллическом фундаменте Саратовского участка Поволжья»**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 2 курса 261 группы
направление 05.04.01 геология
профиль «Геофизика при поисках
нефтегазовых месторождений»
геологического ф-та
Ждановой Елизаветы Николаевны

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 изучаемой темы неоспорима, так как в пределах данной работы рассматривается возможная связь нефтегазоперспективных объектов с миграцией флюидов из низов осадочной толщи и кристаллического фундамента в вышележащие горизонты, где и происходит аккумуляция углеводородов.

Целью данной работы является обоснование прогноза нефтегазоперспективных объектов в низах осадочной толщи и кристаллическом фундаменте Саратовского участка Поволжья, на основании изучения комплекса геофизических данных, в том числе гравиразведки и магниторазведки.

В ходе выполнения данной работы были поставлены следующие **задачи:**

– изучение петрофизической характеристики пород, слагающих низы осадочной толщи и кристаллический фундамент Саратовского участка Поволжья и его обрамления;

– проведение комплексной интерпретации геофизических данных, включая гравиразведочные, магниторазведочные и сейсморазведочные данные;

– выделение зон разуплотнений и обоснование вероятности наличия нефтегазоперспективных объектов в низах осадочной толщи и кристаллическом фундаменте, посредством интерпретации геофизических данных.

Объектами исследования являются региональные сейсмические профили 1,2 и 3, расположенные на левом берегу реки Волга. Профиль 1 ориентирован с северо – востока на юг, и протягивается вдоль реки Волга, вдоль меридианы 48. Профиль 2 ориентирован с северо – запада на юго – запад. Профиль 3 – широтный, ориентирован с запада на юг.

Научная новизна состоит в разработке методических приемов комплексирования геофизических данных, отражающих структурные и литологические особенности разреза, для выделения зон разуплотнения, и

связанных с ними зон серпентинизации, для дальнейшей интерпретации и изучении на предмет наличия нефтегазоперспективных объектов в пределах изучаемых профилей.

Научная значимость состоит в решении проблем оценки перспектив нефтегазоносности кристаллического фундамента.

Положения, выносимые на защиту:

1. Графические приложения в виде петроплотностных и петромагнитных разрезов по профилям 1, 2 и 3.

2. Результаты интерпретации гравитационных и магнитных аномалий, а именно – выделенные зоны разуплотнения, которые являются также зонами серпентинизации. Обоснование связи серпентинизированных разностей пород с залежами углеводородов в пределах древней Восточно – Европейской платформы.

Данная работа состоит из трех разделов. Первый раздел «Геолого-геофизическая характеристика района работ» состоит из подразделов «Административное положение района работ», «Геолого – геофизическая изученность района работ», «Геологическое строение исследуемой территории», «Тектоника» и «Нефтегазоносность». Вторая глава «Методика исследований», третья глава – завершающая, называется «Результаты исследований».

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

Подраздел 1.1 «Административное положение района работ».

В административном отношении область исследований расположена на левобережье р. Волга, в Саратовской области. В орографическом отношении территория исследований относится к юго-восточной части Русской равнины и включает в себя несколько крупных орографических единиц. Сыртовая равнина (преобладающая часть саратовского Левобережья) – характеризуется водоразделами ("сыртами"), нередко с седловинными понижениями. Долина р. Волги характеризуется

абсолютными отметками от 22-28 м (первая надпойменная терраса в устье р. Б.Иргиз) до 80-100 м (вторая и третья террасы).

Климат района континентальный, с жарким летом и холодной, относительно, малоснежной зимой. Летняя температура в июле достигает плюс 40°C, в январе среднемесячная температура составляет минус 17°C, среднегодовая температура воздуха равна плюс 4°C.

Промышленность района представлена нефтегазодобычей, переработкой сельскохозяйственного сырья. В районе работ широко развита сеть линий электропередач с Балаковской АЭС и Саратовской ГЭС.

Подраздел 1.2. «Геолого – геофизическая изученность района работ».

Территория, на которой были отработаны профили, охватывает северо-восточный район Саратовской области, характеризующийся крайне неравномерной геолого-геофизической изученностью. Наибольшим наличием геологической информации отличаются территории Дальнего Саратовского Заволжья: юго-западная часть Бузулукской впадины, зона ее сочленения с Пугачевским и Жигулевским сводами и южный склон Пугачевского свода.

Здесь проведены разномасштабные геологические, гравиметрические, аэромагнитные съемки, электроразведочные (ВЭЗ, ДЭЗ, ЗСМП, ЗСБ) и сейсморазведочные (КМПВ, МПОВ, МОВ, ОГТ 2D, 3D) работы, а также структурное и глубокое бурение.

Подраздел 1.3. «Геологическое строение исследуемой территории».

Геологический разрез территории исследований представлен архейскими и нижнепротерозойскими метаморфическими образованиями (граниты, кварциты, сланцы), а также породами верхнепротерозойского, палеозойского, мезозойского и кайнозойского возрастов. Так как в ранних работах наиболее подробно был исследован Балаковский грабен, геологическое строение в данной главе рассмотрено на его примере.

Литолого-стратиграфическая схема Балаковского ЛУ представлена на рисунке 1.

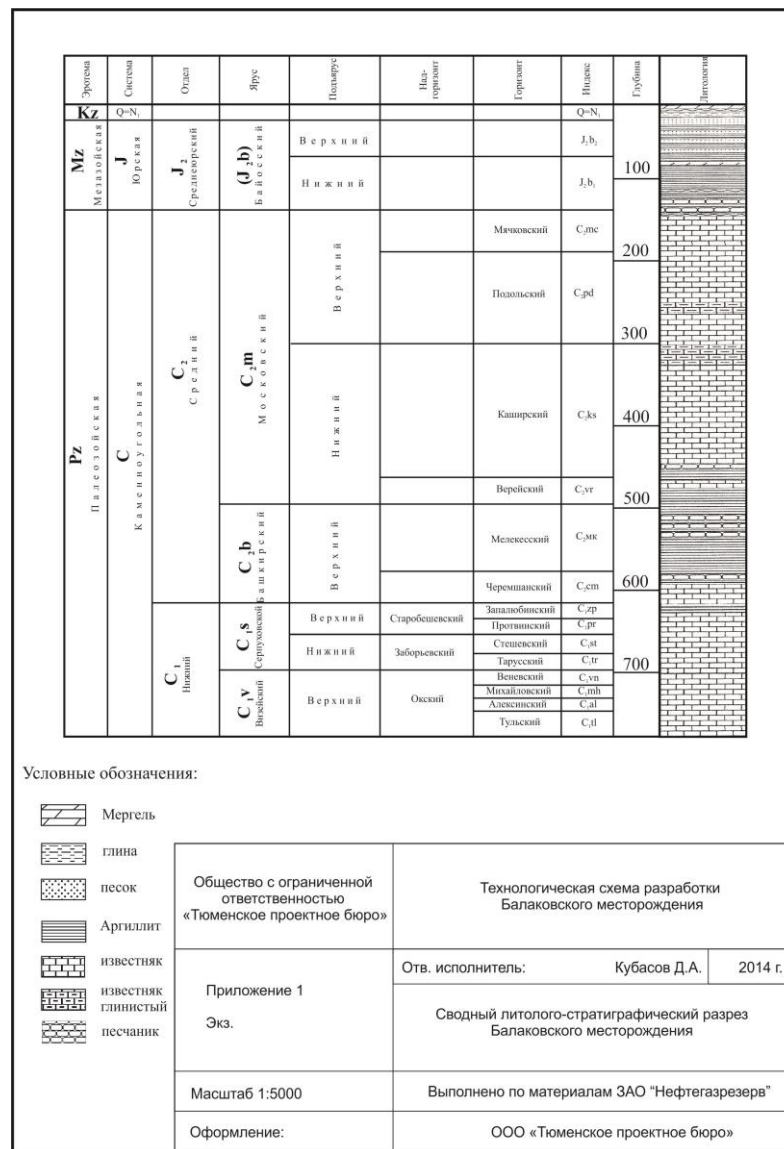


Рисунок 1 – Литолого-стратиграфическая схема Балаковского ЛУ
Подраздел 1.4. «Тектоника».

В тектоническом плане исследуемая территория расположена в пределах юго-восточного склона крупной надпорядковой структуры – Волго-Уральской антеклизы. В системе тектонического районирования из структур здесь выделяются Пугачевский, Жигулевский, Иргизский, Клинцовский, Марьевский, Бортовой блок, Милорадовский и Балаковский грабен, а также прикаспийская перикратонная впадина, как показано на рисунке 2.

Особенностью геологического строения территории является также наличие нескольких ярко выраженных угловых стратиграфических несогласий: предраннепротерозойского, предпозднепротерозойского, предсреднедевонского, предпозднефранско-фаменского, предтатарского,

предъюрского, преакчагыльского и продолжающегося четвертичного.

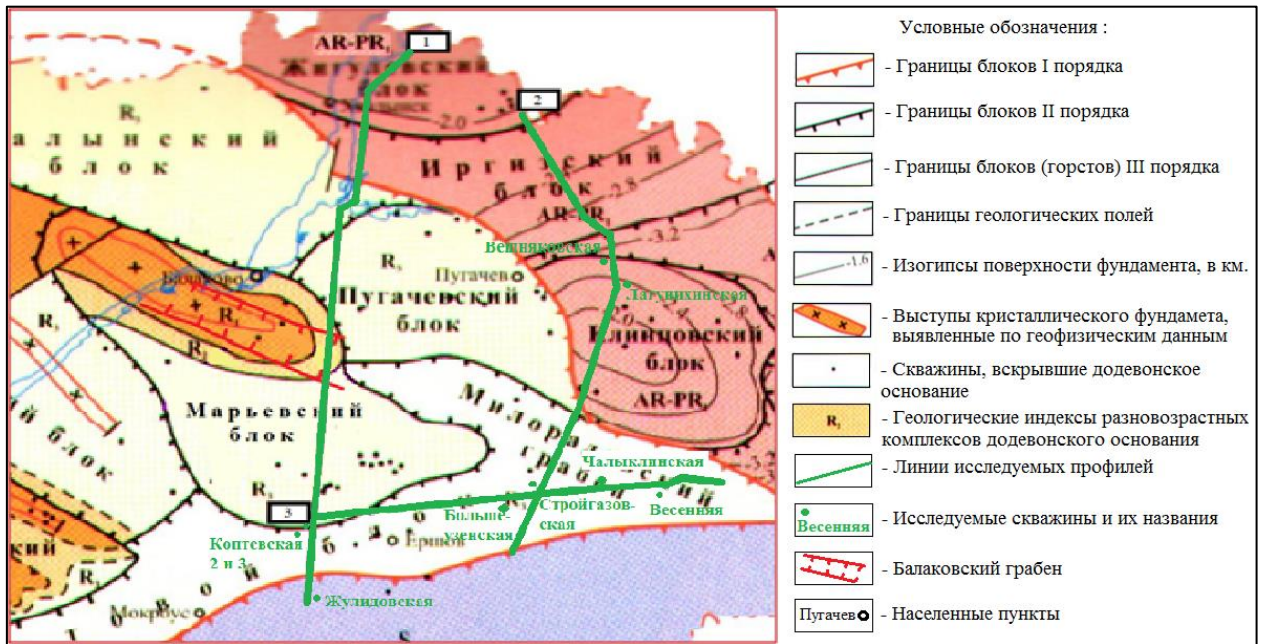


Рисунок 2 – Фрагмент схемы блоковой тектоники. Составили: Шебалдин В.П., Яцкевич С.В. Балаковский грабен (показан красным цветом и нанесен схематично), а также исследуемые скважины и линии профилей (показаны зеленым цветом), дополненные автором работы

Характерной особенностью кристаллического фундамента является региональное погружение пород с севера на юг в сторону Прикаспийской впадины.

Подраздел 1.5. «Нефтегазоносность».

В соответствии с системой нефтегазогеологического районирования, принятой при официальной оценке ресурсной базы УВ Саратовской области Центральной Экспертной Комиссией, по состоянию на 01.01.99г., рассматриваемая территория расположена в Средне-Волжской НГО Волго-Уральской НГП.

В осадочном чехле на участке выделяется шесть нефтегазоносных комплексов (НГК): средне-верхнедевонский (эйфельско-нижнефранский) терригенно-карбонатный, верхнедевонско-нижнекаменноугольный карбонатный, визейский (бобриковско-алексинский) карбонатно-терригенный, верхневизейско-нижнебашкирский карбонатный, верхнебашкирско-нижнемосковский (мелекесско-верейский) терригенный,

нижнемосковско-артинский карбонатный. Из них наибольший интерес представляют первый и третий комплексы.

Раздел 2 «Методика исследований». В ходе данной работы был выполнен анализ данных о физических свойствах района, а также его геофизической изученности, был проведен анализ материалов, полученных в ходе проведения сейсморазведки, гравиразведки и магниторазведки, также были изучены данные, полученные в ходе бурения.

В данной работе были использованы структурные карты, полученные в результате структурных построений по данным интерпретации сейсморазведочных данных. Также были использованы карты гравитационного поля в редукции Буге масштаба 1:1000000 и карта магнитного поля масштаба 1:1000000, по Абрамову В.А. и Кожевниковой Н.А. 1979г. Структурные карты также были дополнены данными бурения глубоких скважин, всего было задействовано порядка 14 скважин, 6 из которых вскрыли кровлю кристаллического фундамента.

За основу были приняты сейсморазведочные профили, под номерами 1, 2 и 3, из которых, 1 и 2 – меридиональные, а 3 – широтный. По данным профилям были сняты значения гравитационного и магнитного полей, а также решены обратные задачи грави- и магниторазведки. Структурным каркасом служили глубинные сейсморазведочные разрезы, построенные путем пересчета из временных разрезов по данным профилям.

Протяженность исследуемых профилей составляет порядка 100-150 км, что позволяет получить информацию о наиболее глубоких частях земной коры, в том числе и поверхность фундамента, при решении обратной задачи гравиразведки и магниторазведки.

Были сняты значения глубин стратиграфических подразделений и отметок кривых аномалий гравитационного и магнитного полей и занесены в таблицу Excel. Данные таблиц были использованы для дальнейшего пересчета в программе, адаптированной А.А. Макаркиным - Excel с поддержкой макросов.

В данной программе была решена обратная задача гравиразведки, а также уточнена поверхность кристаллического фундамента. Затем, с учетом полученных данных, в программе CorelDraw были перестроены глубинные разрезы, с нанесением новых данных по поверхности фундамента и построен график наблюдаемого гравитационного поля. Также, фундамент был расчленен по плотности на различные цвета, разуплотненные блоки были выделены красным цветом, блоки нормальной и повышенной плотности – синим и темно-синим цветом соответственно. Осадочный чехол выделен различными оттенками зеленого, более молодые отложения – светлыми оттенками, более древние – темными. Так были получены глубинные разрезы, а также уточненная структурная карта по поверхности фундамента.

Раздел 3 «Результаты исследований». В данной работе стояла задача изучения глубоких перспективных горизонтов, т.е. нижней части осадочного чехла и кристаллического фундамента, посредством комплексной интерпретации геофизических данных.

Исходный материал не позволял достичь поставленных целей, а именно, выявления поднятий фундамента и приуроченных к ним зон разуплотнения, которые, отныне, могут являться перспективными нефтепоисковыми объектами.

Поэтому, для изучения более глубоких частей разреза, необходимо провести комплексирование имеющихся данных с другими геофизическими методами – сейсморазведки, для уточнения структуры его строения, а также проведения гравиразведочных данных, для уточнения особенностей тектонического строения и выявления зон разуплотнения, как следствия дилатации горных пород, контролирующей залежь углеводородов.

Еще одним методом, необходимым для решения поставленных задач, является магниторазведка, ведь именно она, в комплексе с гравиразведкой, поможет определить вещественный состав слагающих пород, а также другие методы, в том числе методы геохимического исследования почв.

Ранее, такие работы уже проводились и, в качестве примера

эффективности получения информации в более глубоких частях разреза – нижней части осадочного чехла и фундамента, может служить глубинный разрез, полученный при комплексировании материала, полученного в ходе гравиразведочных работ и результатов гелиевой съемки. Аномалия повышенного содержания гелия свидетельствует о том, что разуплотнения горных пород в верхней части земной коры имеют генетическую связь с процессами в мантии и способствуют флюидонасыщению как кристаллической коры, так и осадочной толщи. В осадочной толще над магнитоактивной зоной разуплотнения сформировано скопление углеводородов Чапаевского месторождения. Гелий является сопутствующим газом многих скоплений углеводородов Поволжья, что также может свидетельствовать об их генетической связи с процессами, происходящими в мантии.

После решения обратной задачи гравиразведки и обратной задачи магниторазведки методом подбора, мы изучили магнитные и плотностные свойства слагающих пород по профилям 1, 2 и 3. Были выделены зоны разуплотнения, значения которых характерны для кислых разностей-гранитов, или же серпентинизированных разностей пород. Далее был сделан вывод о том, что, в ряде случаев, разуплотненные разности пород кристаллического фундамента обладают магнитной восприимчивостью, характерной не для кислых разностей, таких как граниты, а для серпентинитов, т.е. порядка 3000 (10⁻⁵ ед. СИ).

В ходе исследований было установлено, что аномалии гравитационного и магнитного полей на отдельных участках территории Поволжья характеризуются особенностью, когда минимумам гравитационного поля соответствуют максимумы магнитного. Эта особенность выявляется как на региональном уровне, так и на локальном. В региональном плане мы можем наблюдать такую зависимость гравитационных и магнитных аномалий, которая может свидетельствовать о низкоплотных и сильномагнитных

породах в литосфере в пределах данного региона.

Тем самым, интерпретация гравитационных и магнитных аномалий на территории Поволжья позволяет сделать вывод о том, что структура земной коры и ее вещественный состав определяется наличием, среди прочих разностей, серпентинизированных пород. Совпадение зон серпентинизации и месторождений углеводородов могут доказать миграцию флюидов из нижних частей осадочной толщи, в том числе, из кристаллического фундамента древней платформы. Связь зон серпентинизации и притоков флюидов из фундамента уже была доказана на примере Западно – Сибирской молодой плиты. В настоящее время связь серпентинизации с аккумуляцией углеводородов в пределах древней платформы не была изучена.

Заключение. В пределах данной работы было произведено исследование геофизических данных, таких как данные сейсморазведки, гравиразведки и магниторазведки, также были изучены данные, полученные в ходе бурения, в том числе скважин, вскрывших фундамент. Также для научно -исследовательской работы были изучены данные структурных построений, тектонических карт, а также отчетов и технологических карт соседних участков месторождений. Наиболее важной особенностью написания данной работы был широкий анализ большей части левобережья Саратовской области.

Еще одним результатом работы стало построение петромагнитных и петроплотностных разрезов по региональным профилям 1, 2 и 3. Для интерпретации разрезов использовались физические свойства главных аномалиеобразующих пород кристаллического фундамента. По результатам интерпретации были выделены зоны разуплотнения кристаллического фундамента, а также было установлено, что фундамент слагают породы, имеющие низкую плотность, такими породами могут быть как кислые разности - граниты, так и серпентинизированные разности пород. Однако, при интерпретации данных магнитных аномалий было

установлено, что в ряде случаев, фундамент слагают породы, имеющие высокую магнитную восприимчивость, а такими породами, согласно данным о физических свойствах основных аномалии образующих пород кристаллического фундамента, могут быть серпентиниты и иметь магнитную восприимчивость около $3000 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ.

В ряде ранних работ прослеживалась та же картина, также было установлено, что в ряде случаев серпентинизированные разности пород сопоставляются с месторождениями углеводородов. Также явление дилатации горных пород, а в следствии их разуплотнение может способствовать конвективной неустойчивости, что также может способствовать миграции флюидов из нижних частей осадочной толщи и кристаллического фундамента в вышележащие. На пути миграции углеводороды могут аккумулироваться в ловушках и способствовать формированию месторождений нефти и газа.

Явление серпентинизации и ее связь с месторождениями углеводородов ранее было установлено для молодой Западно – Сибирской плиты, на древней платформе такие исследования ранее не проводились. В связи с этим данная работа имеет некий научный прорыв.

Таким образом, изучение глубинного строения земной коры, ее структуры и вещественного состава посредством комплексной интерпретации гравиразведочных и магниторазведочных данных, позволяют сделать вывод о наличии зон серпентинизации в земной коре древней Восточно-Европейской платформы.

По результатам изучения геофизических данных подтвердились геолого-динамические условия, в которых могли сформироваться серпентинизированные разности пород на территории Поволжья, а в ряде случаев такие породы сопоставляются с месторождениями углеводородов. В этой связи, можно предположить миграцию флюидов с низов осадочной толщи и кристаллического фундамента в вышележащие толщи.

Так, наличие зон серпентинизации в земной коре следует учитывать

при решении различных геологических задач, таких как поиски полезных ископаемых и прогноз сейсмической опасности.