

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

Кафедра геофизики

Автореферат бакалаврской работы

**Особенности строения терригенных коллекторов залежи тульского
горизонта по данным ГИС Елшано-Курдюмского ПХГ**

студентки 4 курса 403 группы
направление 05.03.01 Геология
профиль «Нефтегазовая геофизика»
геологического факультета

Санниковой Дарьи Романовны

Научный руководитель
к.г.-м.н. доцент

Подпись, Дата

Е.Н. Волкова

Зав. кафедрой
к.г.-м.н. доцент

Подпись, Дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2026

Введение. Одним из основных условий качественного создания геолого-технологических моделей ПХГ кроме подготовки геолого - геофизического материала на высоком уровне, обработки и интерпретации данных ГИС в едином ключе по уточненным петрофизическим зависимостям, является создание корреляционных схем по скважинам. Только пройдя эти стадии подготовки геолого - геофизического материала и создается основа для построения трехмерной геологической модели, детальной гидродинамической и промысловой моделей.

Несмотря на длительный период эксплуатации Елшано-Курдюмского ПХГ, его геологическое строение полностью не изучено. За время разработки и работы месторождения в режиме ПХГ сменилось не одно поколение исследователей и интерпретаторов, что привело к неоднозначному подходу к стратегии расчленения продуктивной части разреза, стратегии обработки и интерпретации данных ГИС и соответствующим результатам. Внедрение цифровой записи и полной компьютеризации методик обработки материалов ГИС стало причиной глобального пересмотра всего геофизического материала по всему фонду скважин в едином ключе и при едином подходе к интерпретации. К тому же это расширило возможности по построению корреляционных схем для более полного анализа и систематизации данных ГИС, уточнения границ пластов по площади.

Путем корреляции геофизических диаграмм, полученных в разных скважинах, можно выполнить все геологические построения, начиная с геологических профилей и кончая картами эффективной мощности продуктивного коллектора. По многим скважинам интервалы залегания контрольных горизонтов можно определить только по результатам корреляции с соседними скважинами в процессе построения геолого - геофизических моделей.

Целью данной выпускной квалификационной работы является выявление особенностей строения коллекторов залежи тульского горизонта

Елашано-Курдюмского подземного хранилища газа на основе построенных корреляционных схем по материалам ГИС.

Для достижения указанной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Дать геолого-геофизическое характеристику района или объекта
2. Рассмотреть методику построения корреляционных схем для моделирования 2Д
3. Провести анализ корреляционных схем по данным геофизических исследований скважин

Работа состоит из следующих разделов: 1 Геолого-геофизическая характеристика Елашано - Курдюмского подземного хранилища газа; 2 Методика построения корреляционных схем для моделирования 2Д; 3 Результаты

Основное содержание работы. 1 Геолого-геофизическая характеристика Елашано - Курдюмского подземного хранилища газа

Елашано-Курдюмское подземное хранилище газа по своему административному положению находится на территории Ленинского района г. Саратова и, частично, Саратовского района. Сводная часть хранилища занята садами, а на юге расположены жилые кварталы города. Ближайшие населенные пункты: Курдюм, Разбойщина, Атамановка, Сторожевка. На юго-западе и востоке проходят железнодорожные магистрали Саратов - Москва и Саратов - Куйбышев. Реки: Елашанка, Курдюм и Б. Гуселка.

Рельеф местности расчленен многочисленными оврагами, балками, речными долинами и пологими водораздельными плато. Наиболее обширное по площади Елашано - Курдюмское плато (с максимальной отметкой + 158м) занимает всю северо-западную часть района. В юго-восточной части площади располагается Елашано - Гусельское плато, имеющее максимальные отметки рельефа + 180.4 м.

Газовые залежи средневизейского подъяруса (тульский, бобриковский горизонты) и верхнетурнейского подъяруса (кизеловский, черепецкий горизонты) открыты в 1943 году.

В пределах Елшано-Курдюмской структуры установлены:

- четыре газовые залежи в верейском, мелекесском, черемшано - прикамском горизонтах;
- три газонефтяные залежи в тульском, бобриковском, кизеловском горизонтах;
- одна нефтяная залежь в верхнем девоне.

Елшано-Курдюмское подземное хранилище газа создано для регулирования сезонной неравномерности потребления газа в одноименном истощенном газонефтяном месторождении. ПХГ обустроено в пределах выработанного газонефтяного месторождения приуроченного к антиклинальной складке широтного простирания с размерами 12.0x8.0км и альтитудой поднятия по бобриковскому горизонту нижнего карбона 100.0м. Газохранилище в бобриковско-кизеловско-черепетском горизонтах создано в истощённой газовой залежи с нефтяной оторочкой и эксплуатируется с июля 1966 г. Газохранилище в тульском горизонте создано в истощённой газовой залежи, является небольшим по объёму, но с высокой суточной производительностью, приурочено к песчаной линзе на западной окраине структуры и эксплуатируется с июля 1966 г.

1.3 Краткие сведения о тектоническом строении

Елшано - Курдюмское поднятие расположено в юго-восточной части зоны Саратовских дислокаций и входит в состав южной тектонической линии Елшано - Сергиевской флексуры, протягивающейся на десятки километров с востока, от крутого крыла Елшано - Курдюмского поднятия на юго-запад.

В этой дислокационной линии с востока на юго-запад последовательно расположены следующие локальные поднятия: Елшано - Курдюмское, Грузиновское, Песчано - Уметское, Вязовское, Суровское, Таино - Вершинское, Липовское и Сергиевское.

Елшано-Курдюмское поднятие - это молодое послебайосское поднятие, сформировавшееся на месте нескольких древних локальных структур. В структурном плане в живетских отложениях (пласт D2V) здесь выделяется три поднятия - Курдюмское, Атамановское и Елшанское. Елшано-Курдюмское поднятие представляет собой брахиантиклинальную складку асимметричного строения, неправильной треугольной формы, вытянутую в виде периклинальных окончаний в северо-западном, северо-восточном и юго-западном направлениях. Размеры поднятия в пределах изогипсы "-450м" (по кровле черемшано - прикамских отложений) составляют 9x16 км. Северное, западное и юго-западное крылья - пологие (углы падения 1° - $1^{\circ}40'$); восточное, юго-восточное и южное - крутые (углы падения достигают 4° - 5°).

Амплитуда поднятия по бобриковскому и кизеловско – черепетским горизонтам достигает 100 м.

Конфигурация структуры по остальным горизонтам карбона сохраняется. Некоторые различия наблюдаются в очертаниях сводовых и присводовых частей структуры по выше залегающим стратиграфическим комплексам.

2 Методика построения корреляционных схем для моделирования 2Д.

Создание постоянно действующей геолого-технологической модели ПХГ осуществляется на различных стадиях изученности. Важной задачей начальных этапов создания ПХГ является изучение его геологического строения, сооружения, систематизация и анализ промысловой информации. Основными требованиями при этом являются полнота и качество собираемой информации. В тех случаях, когда ПХГ создается на основе выработанного месторождения, одной из задач является использование накопившейся промысловой информации в процессе поисково - разведочного и эксплуатационного бурения.

Создание модели - многоуровневый и многостадийный процесс.

Условно его можно разбить на три этапа: геологическое, гидродинамическое и технологическое моделирование. Геологические, гидродинамические и промысловые модели должны иметь под собой

обоснованную информационную основу. Создание отдельных гидродинамических и промысловых моделей без постоянного обновления геологической и технологической основы не может рассматриваться как модель. Поэтому, необходимым элементом модели должны являться базы данных, включающие регулярно обновляемую геолого-промысловую информацию.

В процессе построения модели выделяются следующие этапы:

- формирование базы данных геолого-геофизической изученности (выполненные комплексы ГИС-бурение и ГИС-контроль, результаты петрофизических исследований керна и анализов пластовых вод, данные опробования);
 - сбор данных и формирование базы данных результатов сейсморазведки и полевой геофизики;
 - формирование базы данных качества цементажа скважин;
 - оцифровка диаграммных материалов ГИС-бурение по всему стволу скважин;
 - формирование (уточнение) интерпретационной модели данных ГИС-бурение;
 - уточнение корреляции разрезов скважин с формированием базы данных стратиграфических разбивок;
 - уточнению конструкции скважин в процессе ГИС-контроль;
 - уточнение координат пластопересечений скважинами;
 - геофизическая переинтерпретация данных ГИС-бурение (определение подсчетных параметров);
 - формирование базы данных подсчетных параметров;
 - анализ результатов контроля эксплуатации объекта с целью оценки динамики залежей, формирование базы данных ГИС-контроль;
 - обоснование принципиальной геологической модели объекта и моделей флюидонасыщения (начальной и текущей);

- определение достоверности информации полученных геофизических результатов по площади с корреляцией и построением рабочей версии геолого - геофизической модели на уровне коллектор - неколлектор в интервале залегания контрольных горизонтов над объектом эксплуатации;
- построение двумерной модели.

Завершается построение созданием трехмерной модели объекта ПХГ, расчётом и дополнением модели по результатам контроля эксплуатации, анализом результатов ГИС-контроль на основе трехмерной геолого-геофизической модели .

Основополагающим фундаментом для анализа работы по построению трехмерной модели, изучению гидродинамических процессов как по скважине, так и по ПХГ в целом, пониманию условий осадконакопления является построение корреляционных схем - двумерных моделей по имеющимся данным.

Двумерные модели месторождений основаны на двумерных сетках со стандартным набором геологических параметров (абсолютных отметок структурных поверхностей, толщин, песчаности, коэффициентов пористости, проницаемости, насыщенности) и геологических профилей со схемами корреляции, отражающих литологическое строение, что позволяет в дальнейшем переходить к трехмерным моделям.

Ценность данных промысловой геофизики заключается не только в возможности составления геологического разреза скважины, выделения и промышленной оценки коллекторов, но также в том, что путем корреляции геофизических диаграмм, полученных в разных скважинах, можно выполнить все геологические построения, начиная с геологических профилей и кончая картами эффективной мощности продуктивного коллектора. Более того, по многим скважинам интервалы залегания контрольных горизонтов можно определить только по результатам корреляции с соседними скважинами в процессе построения геолого - геофизических моделей.

Корреляция результатов ГИС по скважинам проводилась следующим образом. Вначале выбираются диаграммы геофизических методов, которые содержат наибольшую информацию о характерных особенностях разреза — диаграммы стандартного и радиоактивного каротажа. Затем на диаграммах одного и того же метода по различным скважинам, расположенным в определенной последовательности, отвечающей порядку размещения скважин по рабочим профилям на ПХГ, выделяются геофизические реперы, характеризующие в разрезе пласты, наиболее выдержанные на изучаемой площади. Все диаграммы выводят на экран компьютера с учетом альтитуды каждой скважины, но без учета расстояний между скважинами, размещая их так чтобы подошва или кровля основного репера в различных скважинах оказывалась на одной горизонтальной линии. По каждой скважине рядом с диаграммой вставляют литологическую колонку, составленную по данным ГИС, на которой нанесены основные стратиграфические границы и обозначены все реперы. Составление корреляционной схемы завершают проведением линий, соединяющих границы соответствующих реперов, — стратиграфических и литологических. Если какой-либо репер или пласт не прослеживался в разрезе отдельной скважины на профиле, при подходе к этой скважине данный репер или пласт выклинивался.

Опираясь на корреляционные схемы по скважинам разведочного бурения, можно составить сводный геолого-геофизический разрез, геологические профили, структурные карты, а для продуктивного горизонта - карты равной нефтегазонасыщенной мощности с положением контуров и границ выклинивания коллекторов, карты равного удельного нефтегазосодержания, карты равных значений пористости и проницаемости коллектора. Геологические построения, выполняемые на основе корреляционных схем, используют при подсчете запасов нефти и газа объемным методом и при проектировании разработки нефтяных и газовых месторождений.

Однако информативность геологических построений на разных стадиях разведки или разработки нефтяных и газовых месторождений различается.

Например, на стадии разведки среднего по размерам месторождения эти построения базируются на нескольких десятках разведочных скважин. Получается достаточно схематичная геологическая модель месторождения. На стадии разработки уже имеются тысячи эксплуатационных скважин. Проводится множество уточнений в модели месторождения. Помимо детализации геологического строения в модель вводятся изменения и дополнения, обусловленные процессами добычи нефти или газа, обводнения продуктивных пластов. Период разработки продолжается несколько десятков лет, в течение которых постоянно возникает необходимость корректировать геологическую модель месторождения и «подправлять» проект разработки. Применение компьютерных технологий при моделировании месторождений позволяет в реальном масштабе времени использовать геологические модели для корректировки процесса разработки.

Внедрение компьютерных систем моделирования месторождения в производство позволяет повысить технологическую эффективность разработки месторождений углеводородов. Основным объемом входной информации для этих систем составляют данные геофизических методов исследования скважин.

В процессе построения корреляционных схем для модели 2Д была использована система «ПРАЙМ», предназначенная для реализации современных технологий обработки данных геофизических исследований скважин (ГИС). Важнейшим требованием современных технологий обработки данных ГИС является обеспечение гибкости к изменениям в структуре и составе данных. Возможности системы обработки определяются возможностями организации и поддержки данных в этой системе.

3 Результаты. Данные по интервалам залегания коллекторов, стратиграфическим разбивкам и литологии взяты по заключениям ГИС.

Изначально по скважинам 1т, 2т, 3т, 4т, 5т были взяты диаграммы стандартного и радиоактивного каротажа и по ним выделены характерные особенности разреза в целевом горизонте.

В отложениях тульского горизонта по скважинам 1т, 3т, 5т присутствует подошвенный известняк в интервалах глубин 841.7-844.0, 817.4-818.9, 796.4-798.0м соответственно являющийся репером стратиграфической границы между тульскими и бобриковскими отложениями и который характеризуется высоким КС, понижением ПС, высокими показаниями НГК и низкими ГК.

Глинисто - алевролитистая пачка отложений, характеризуется низким кажущимся сопротивлением, высоким ПС, низким показанием НГК и максимумами ГК.

По всем скважинам присутствуют песчаники, являющиеся коллекторами.

Коллектора выделяются по высокому кажущемуся сопротивлению, снижению ПС, средними значениями НГК и минимумами ГК.

В кровельной части тульского горизонта над верхним (реперным) известняком залегают глины мощностью порядка 2.0-4.0м.

В системе «ПРАЙМ» были созданы планшеты по всем пяти скважинам. Планшеты включали в себя колонку глубин, литологии, стратиграфии, конструкции скважины и коллекторов. Затем введена поправка за альтитуду стола ротора и все планшеты подключены в многоскважинный режим системы по предварительно созданному шаблону, тем самым создана первоначальная корреляционная схема.

Для построения корреляционных схем за «опорную» глубину взята кровля тульского горизонта, по которой выровнены все планшеты на схеме. После этого были прослежены пласты, имеющие одну и ту же стратиграфическую принадлежность.

При построении и анализе схемы выявилось следующее:

В скважинах 1т, 3т, 5т в интервалах 844.0-845.7, 818.9-822.3, 798.0-802.0м соответственно происходит выклинивание основного объекта эксплуатации ПХГ - коллектора бобриковского горизонта и его замещение на глинистые разности (западная тульская залежь расположена в зоне выклинивания бобриковского коллектора)

В скважинах 2т (в интервале 817.4-824.8м), 4т(794.1-800.2м) и 5д(781.0-784.5м) отмечается наличие дополнительного песчаника (пласт 2) под реперным известняком в разрезе тульских отложений, причем в скважине 2т, 5т происходит увеличение мощности глин, разделяющих известняк и песчаник (пласт 2).

Так как скважины 2т и 4т не вскрыли опорный подошвенный известняк, а также бобриковские и кизеловские отложения, судить о строении тульского горизонта на данном этапе не представлялось возможным.

Как указывалось выше, бурение проводилось при ограниченном комплексе ГИС, отсутствие акустических методов не позволяло в должной мере оценить литологическую принадлежность пласта 1 по скважинам 2т и 4т (известняк (154мкс/м) или песчаник (164 мкс/м)).

Проведены дополнительные построения корреляционных схем с привлечением скважины бт наблюдательного фонда, наиболее близко расположенной по отношению к участвующим в построении скважинам.

В результате выявлено, что в скважине 5т происходит замещение объекта эксплуатации западной тульской линзы (пласт 1, интервал 789.5-793.0м) на аргиллит, и перфорацией вскрыт верхний тульский песчаник (пласт 2, интервал 781.0-784.5м).

То же самое произошло и в скважине бт, причем в скважине бт под реперным кровельным известняком происходит смена литологии. В разрезе отмечается наличие дополнительного аргиллита в скважине бт в интервале 762.7-764.0м, характеризующийся повышенным кажущимся сопротивлением, в остальных скважинах данный пласт не ярко выраженный, характеризуется низкими сопротивлениями.

По полученной корреляционной схеме выяснилось, что в тульском горизонте происходит смена литологии в площадном распространении, появляются дополнительные литологические разности, происходит замещение коллектора на неколлектор.

В процессе уточнения структурного плана западной тульской залежи выявилось, что в скважинах 1т, 2т, 3т, 4т объектом эксплуатации является пласт 1, в скважинах 5т, 6т объектом эксплуатации является пласт 2, а пласт 1 замещен на глинистые разности.

В результате анализа существующего материала схематическая 2Д модель (корреляционная схема) западной тульской залежи, которая помогла разрешить проблемы интерпретации по скважинам 2т, 4т, выявить причину нетипичного поведения скважины 5т, уточнить структурный план залежи в площадном распространении и выявить закономерности осадконакопления тульского горизонта.

Заключение. В результате анализа построенных корреляционных схем по отложениям западной залежи тульского горизонта уточнены структурные планы объекта хранения газа. Так, основные результаты сводятся к следующему: Определено латеральное распространение пластов 1 и 2.

1. В скважинах 1т, 2т, 3т, 4т присутствует пласт 1 (песчаник), в скважинах 5т, 6т присутствует, наряду с пластом 1, пласт 2 (песчаник), а пласт 1 замещен на глинистые разности.

3. Западная тульская залежь имеет сложное линзовидное строение и по скважинам 1т, 2т, 3т, 4т и 5т, 6т объектом эксплуатации являются разные линзы.

4. Уточнен структурный план по скважинам 2т и 4т.

5. Проанализирована ограниченная схематическая 2Д модель западной тульской залежи.

Таким образом можно констатировать, что цель, поставленная при выполнении выпускной квалификационной работы, достигнута.