

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

Кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых

**Геологическое обоснование постановки поисково-оценочного бурения на**

**Кудринской структуре**

(Саратовская область)

**АВТОРЕФЕРАТ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ**

студента 6 курса, 611 группы заочной формы отделения

геологического факультета

специальности 21.05.02 «Прикладная геология»

специализация «Геология нефти и газа»

Федутенко Артема Владимировича

Научный руководитель

доктор геол.-мин. наук, профессор

И.В. Орешкин

Зав. кафедрой

доктор геол.-мин. наук, профессор

А.Д. Коробов

Саратов 2020

## Введение

В Саратовской области сталкиваются с большим количеством проблем, главной из которых является малый размер и амплитуда подготавливаемых объектов, значительно повышающих геологический и экономический риски поисково-оценочных работ. Однако такие объекты представляют собой основной источник воспроизводства базы углеводородного сырья во многих регионах Урало-Поволжья, поэтому концентрация работ по подготовке промышленных запасов должна быть сосредоточена именно на них.

Одним из таких участков является Кудринская структура, подготовленная к бурению сейсморазведочными работами МОГТ-3D в 2015 году в пределах Южно-Мечеткинско-го и прилегающей территории северной части Калужского лицензионных участков по отражающим горизонтам  $D_2vb$ ,  $D_2ar$ ,  $nD_3tm$ . Основным объектом изучения являются нижне- и среднедевонские отложения.

Высокая перспективность обнаружения залежей нефти и газа подтверждена в 2016 году по результатам поисково-оценочного бурения скважины №1 Кудринской, где открыто Кудринское газоконденсатное месторождение с залежами в пластах ардатовского и воробьевского горизонтов.

Целью дипломной работы является анализ и обобщение геолого-геофизических работ, оценка перспектив нефтегазоносности и обоснование направления дальнейших поисково-оценочных работ в пределах Кудринской структуры.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- сбор геолого-геофизических материалов об объекте изучения;
- построение проектного литолого-стратиграфического разреза Кудринской структуры;
- обобщение и анализ материалов о геологическом строении осадочного чехла изучаемой территории, с целью выяснения перспектив нефтегазоносности;
- обоснование рекомендаций на проведение поисково-оценочного бурения.

Кудринская структура в административном отношении расположена в Федоровском районе Саратовской области, РФ, в 10 км к северо-западу от села Романовка и в 7 км северо-востоку от села Калуга.

Дипломная работа состоит из введения, 4 глав, заключения и содержит 48 страниц текста, 4 рисунков, 2 таблиц, 7 графических приложений. Список использованных источников включает 19 наименований.

### **Основное содержание работы**

Изучение Саратовского Заволжья региональными работами с применением геофизических методов исследования начато в 1946 г. гравиметрической съемкой

В 1963-1969 гг. на Южно-Мечеткинском участке проводились региональные электроразведочные работы методом ТТ, КМПВ, сейсморазведка МОВ и высокоточная гравиразведка.

Сейсморазведка МОГТ начаты с 1969-1983 гг. и была выявлена Мечеткинская и Западно-Мечеткинскую приподнятая зона по каменноугольным и девонским отложениям.

С 2001 г. по результатам переобработки и переинтерпретации материалов сейсморазведки были подготовлены к поисковому бурению Преображенская, Вознесенская, Коринская структуры, на них составлены паспорта и рекомендовано бурение поисковых скважин.

В 2015 г. впервые выявлена и подготовлена к бурению Кудринская структура. сейсморазведочными работами МОГТ-3Д в пределах Южно-Мечеткинское и прилегающей территории северной части Калужского лицензионных участков в Федоровском районе Саратовской области.

В 2015 г. по результатам обработки и интерпретации сейсмических данных МОГТ-2Д/3Д на Южно-Мечеткинском и Калужском лицензионных участках Кудринская структура была подготовлена к поисковому бурению по ОГ  $D_2bs$ ,  $D_2kl$ ,  $D_2ms$ ,  $D_2vb$ ,  $nD_3k$ .

В 2016 году по результатам поисково-оценочного бурения скважины №1 Кудринской структуры открыто Кудринское газоконденсатное месторождение с залежами в пластах ардатовского и воробьевского горизонтов.

В 2017 году после бурения скважин №3, 5 Кудринских силами АО «Волгограднефтегеофизика» проведена работа «Уточнение строения Кудринского месторождения по данным бурения на основе переинтерпретации сейсмических материалов МОГТ-3Д». В результате проведения работ получены уточненные структурные карты по основным отражающим горизонтам и продуктивным пластам, на основе которых с учетом бурения скважин №№1, 3 и 5-Кудринские, проведена новая оперативная оценка запасов газоконденсатных залежей, приуроченных к песчаным пластам ардатовского и воробьевского горизонтов.

В целом, бурение глубоких скважин позволило не только выявить месторождения и уточнить геологическую модель строения разреза и геоструктуры участка, но и достаточно точно привязать основные сейсмические горизонты, изучить с достаточной долей детальности литолого-стратиграфический разрез, выделить коллекторы и покрышки, получить их параметрические характеристики, определить поверхности несогласий и литофациальные изменения в разрезе исследуемого района.

Таким образом, переинтерпретация геолого-геофизических материалов прошлых лет с учетом новых данных, полученных по результатам сейсморазведочных работ МОГТ-2D, приведенных на территории исследования, позволили построить новую геологическую модель Кудринской структуры.

В геологическом строении осадочного чехла района принимают участие породы девонской, каменноугольной, пермской, триасовой, юрской, меловой, неогеновой и четвертичной систем.

Самые древние вскрытые отложения - мосоловские эйфельского яруса среднего девона.

Девонская система представлена средним и верхним отделами. В нижний отдел входят эйфельский и живетский ярусы, в верхний отдел – франский и фаменский ярусы.

В каменноугольной системе залегают на породах фаменского яруса выделяются все три отдела: нижний, средний и верхний. В нижний отдел входят турнейский, визейский и серпуховский ярусы. В средний отдел входят башкирский и московский ярусы. В верхний отдел входят касимовский и гжельский ярусы.

Отложения пермской системы залегают на верхнекаменноугольных и представлены приуральским, биармийским и татарским отделами. Приуральский отдел представлен ассельским и сакмарским, артинским, кунгурским и иреньским ярусами. Биармийский отдел представлен нерасчлененными уфимским и казанским ярусами.

Отложения триасовой системы представлены нижним отделом, в который входит оленекский ярус.

Отложения юрской системы представлены средним и верхним отделами. Средний отдел сложен байосским, батским и келловейским ярусами. Верхний отдел представлен оксфордским, киммериджским и валанжинским ярусами.

В составе меловых отложений выделяется только нижний отдел,.

Кайнозойская эратема представлена неогеновой и четвертичной системами.

Осадочный чехол исследуемой территории представлен карбонатными и терригенными разностями. В разрезе отмечаются перерывы в осадконакоплении, выпадение из разреза часть триасовых, юрских и меловых отложений.

В процессе геологического развития изучаемой территории периодически складывались благоприятные условия для формирования пород-коллекторов в ардатовских, воробьевских и пашийских горизонтах и флюидоупоров аргиллитов, известняков, что определило формирование природных резервуаров.

Южно-Мечеткинский ЛУ и Калужский ЛУ в тектоническом отношении располагается на дальней восточной периклинали Степновского сложного вала (ССВ), в пределах так называемой Мечеткинской седловины, разделяющей Воскресенскую впадину на севере от бортовой зоны Прикаспийской впадины на юге [1].

По результатам выполненных работ уточнено строение Кудринской структуры по ранее закартированным сейсмическим отражающим горизонтам в отложениях девона. По горизонтам терригенного девона структура характеризуется как брахиантиклиналь, осложненная разноамплитудными сбросами северо-восточного простирания, в основном, предтимацкого времени формирования и единичными унаследованными предфаменскими. Отмечается конседиментационное развитие структуры с сокращением площадей и выполаживанием снизу-вверх от подошвы среднедевонских отложений до нижнефранских (пашийских).

Морфологические характеристики Кудринской структуры по горизонтам девона и карбона приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Морфологические характеристики Кудринской структуры

Отражающие и целевые горизонты	Оконтуривающая изогипса	Свод	Размеры поднятия, км x км	Амплитуда, м	Площадь, км <sup>2</sup>	Примечание (форма, характер нарушения и др)
	макс.	мин.				
nD3k	-2440	-2424	2.3 x 0.5	16	0.80	Куполовидная складка, осложненная дизъюнктивом северо-восточного простирания
nD3tm	-2530	-2502	2.9 x 0.6	38	1.80	
nD2ml	-2750	-2666	3.6 x 1.4	84	3.69	Брахиантиклиналь, осложненная сбросовыми нарушениями северо-восточного простирания
D2vb	-2820	-2726	3.6 x 1.6	104	3.88	

В нефтегазоносном отношении Кудринской перспективная структура расположена в пределах на юго-востоке Степновского газонефтеносного района, в восточной части Нижневолжской нефтегазоносной области, Волго-Уральской нефтегазоносной провинции (ВУП).

Степновский НГР является одним из наиболее важных нефтегазоносных районов в Саратовской части Нижневолжской НГО.

Диапазон нефтегазоносности региона охватывает отложения от эйфельского яруса среднего девона до казанского яруса верхней перми. Разведанные запасы Степновского газонефтеносного района на 90 % сосредоточены в девонских и на 10 % в каменноугольных образованиях.

Прогнозируемые залежи в пашийских отложениях.

По блоковому характеру, геологическому разрезу, глубинам залегания и истории формирования выявленных и прогнозируемых залежей УВ строение Кудринского месторождения близкое к Мечеткинскому. По аналогии на месторождении прогнозируются залежи, приуроченные к пластам D<sub>3</sub>-III, D<sub>3</sub>-IV разделяемым межпластовыми флюидоупорами. Пласты D<sub>3</sub>-V, D<sub>3</sub>-VII по данным интерпретации ГИС пробуренных скважин 1, 3, 5 водонасыщены. В качестве структурной основы для характеристик строения залежей принята карта по ОГ пD<sub>3</sub>tm, построенному с учетом отбивок в трех пробуренных скважинах 1, 3 и 5-Кудринские.

Прогнозируемая нефтяная залежь пласта D<sub>3</sub>-III характеризуется как пластовая сводовая, тектонически экранированная в восточном блоке. Максимальная мощность коллекторов (5.6м) отмечается по скважине Кудринская-3, пробуренной в зоне современного грабена и палеопрогиба. По скважине Кудринская-1, пробуренной в зоне современного и палеоподнятия Западного блока, Нэфф. уменьшается до 0.6 м. По скважине Кудринская-5, верхняя часть пласта закрыта, а в нижней части коллектора отсутствуют. Высокая продуктивность пласта определена при опробовании скважины 3-Кудринская: из интервала 2598-2616м в процессе бурения получен

интенсивный приток газированной нефти плотностью  $0,79 \text{ г/см}^3$  (поднято нефти  $1,5 \text{ м}^3$ ), со средним дебитом  $201,07 \text{ м}^3/\text{сут.}$  при депрессии на пласт  $84,08 \text{ кгс/см}^2$ .

Выделяемая ловушка в пашийском горизонте разделена тектоническим нарушением предтимаанского возраста на два тектонически экранированных блока. Площадь залежи западного блока, определенная в контуре структуры по ОГ пD<sub>3tm</sub> на уровне  $-2530 \text{ м}$  составляет  $0,95 \text{ км}^2$ . Площадь залежи восточного блока по замкнутой изогипсе  $-2570 \text{ м}$  составляет  $0,85 \text{ км}^2$ .

Определенные по скважинам характеристики пласта D<sub>3</sub>-III мало отличаются от принятых для оценки ресурсов параметров по залежи-аналогу Мечеткинского месторождения: Нэфф.ср. =  $4,5 \text{ м}$ , Кп.ср.взв. =  $0,13$ , Кн.ср. =  $0,73$ . С учетом КИН= $0,58$  балансовые ресурсы нефти оцениваются в  $480,6 \text{ тыс. т.}$ , извлекаемые  $279,72 \text{ тыс. т.}$

Прогнозируемая нефтяная залежь пласта D<sub>3</sub>-IV. Тип залежи аналогичный пласту D<sub>3</sub>-III. О наличии залежи свидетельствуют выделение по ГИС коллекторов с неясным насыщением в разрезе скважины 1 и 5-К, продуктивного пропластка по скважине 3-К. По этим скважинам выделяются маломощные пропластки коллекторов с суммарными толщинами от  $1,6$  до  $3,7 \text{ м}$ , Нэфф.ср. =  $2,7 \text{ м}$ , Кп.ср.взв. =  $0,13$ , Кн.ср. =  $0,73$ . По скважине 1-К пропластки коллекторов пласта D<sub>3</sub>-IV были опробованы совместно с водонасыщенным пластом D<sub>3</sub>-V, поэтому о вероятном нефтенасыщении выделенных по ГИС маломощных пропластков коллекторов может свидетельствовать только присутствие в воде пленок нефти.

Прогнозируемые границы и площадь залежи (западный блок -  $0,95 \text{ км}^2$ , восточный блок -  $0,85 \text{ км}^2$ ) аналогичные обоснованным по пласту D<sub>3</sub>-III. Определенные по скважинам характеристики пласта D<sub>3</sub>-IV мало отличаются от принятых для оценки ресурсов подсчетных параметров по залежам-аналогам Мечеткинского месторождения: Нэфф.ср. =  $2,7 \text{ м}$ , Кп.ср.взв. =  $0,13$ , Кн.ср. =  $0,73$ . С учетом КИН= $0,3$  балансовые ресурсы нефти оцениваются в  $288,4 \text{ тыс. т.}$ , извлекаемые  $86,51 \text{ тыс. т.}$

В 2016г. бурением и опробованием скважины №1-Кудринская открыто Кудризинское месторождение с промышленными залежами в терригенных отложениях ардатовского и воробьевского горизонтов.

Скважина №1 пробурена в западном блоке структуры, фактическая глубина 3175м, вскрытый горизонт – PR<sub>2</sub> (R). Бурением скважины обнаружены залежи газоконденсата в ардатовском и воробьевском горизонтах.

Скважина №3 пробурена по ардатовскому горизонту в западном блоке структуры, по воробьевскому – в восточном (пересекла разлом в ардатовском горизонте), фактическая глубина 3132м, вскрытый горизонт – D1kv. Скважиной подтверждена промышленная продуктивность ардатовского и воробьевского горизонтов. В связи с пересечением скважиной №3 тектонического нарушения на уровне продуктивных горизонтов, в восточном блоке запланировано бурение скважины № 5.

Скважина №5 пробурена в 500м к востоку от скважины №3, фактическая глубина - 2970м, вскрытый горизонт – D<sub>2</sub>ms. Скважиной подтверждена продуктивность ардатовского и воробьевского горизонтов в восточном блоке структуры.

#### Ардатовский горизонт (пласт D<sub>2</sub>ar-IVa)

В скв. №1-Кудринской из интервала 2781,4-2809 м получен приток газа с примесью (0,1%) конденсата: Q<sub>г</sub>=1300тыс. м<sup>3</sup>/сут. В скв. №3-Кудринской из интервала 2783,4-2812м получен приток газа: Q<sub>г</sub>=2025,1 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В скваж. №5-Кудринской из совместно опробованных интервалов перфорации 2778,5-2780,5 м и 2782,5-2805 м на штуцере 12 мм получен приток газа с конденсатом: Q<sub>г</sub>=440,7тыс. м<sup>3</sup>/сут, Q<sub>к</sub>=16,1 м<sup>3</sup>/сут.

#### Воробьевский горизонт (пласт D<sub>2</sub>vb)

В скв. №1-Кудринской из общего интервала перфорации 2858-2917м на штуцере 12мм получен приток газа с конденсатом: Q<sub>г</sub>=381,8 тыс. м<sup>3</sup>/сут, Q<sub>к</sub>=33,1 м<sup>3</sup>/сут. В скв. №3-Кудринской из общего интервала перфорации 2829-2871м получен приток газа с конденсатом: Q<sub>г</sub>=388,06тыс. м<sup>3</sup>/сут, Q<sub>к</sub>=42,38

м<sup>3</sup>/сут. В скв. №5-Кудринской из интервала 2852,06-2870м получен приток газа дебитом 487,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Суммарные по пашийским пластам геологические ресурсы нефти оцениваются в количестве 769 тыс.т., извлекаемые – 366,24 тыс. т.

Объектами поисков залежей нефти, газа и конденсата в восточном блоке Кудринской структуре являются воробьевских, ардатовских и пашийских отложения.

С целью подтверждения залежей нефти на восточном тектоническом блоке Кудринской структуре и оценки запасов по категориям С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>, рекомендуется пробурить одну поисково-оценочную скважину в восточном блоке в подготовленных к поисковому бурению ловушках.

Поисково-оценочную скважину №7 Кудринскую рекомендуется заложить в своде восточного тектонического блока, в прогнозируемой зоне развития коллекторов пластов D<sub>3</sub>-III, D<sub>3</sub>-IV пашийского горизонта, на пересечении сейсмопрофилей по линиям Crossline 5295 и Inline 1596 (на линии траверса). Проектная глубина скважины 3000 м, проектный горизонт – мосоловский.

Целью бурения скважины является получение промышленных притоков нефти, газа и конденсата из нефтегазоперспективных отложений пашийского возраста в пределах Кудринской структуры, получение информации о геометрии резервуаров, значениях промысловых фильтрационных и подсчетных параметров.

Основными задачами поискового этапа являются [2]:

- изучение геологического и тектонического строения разреза палеозойских отложений (литолого-стратиграфическое расчленение разреза, уточнение структурных построений и геологической модели поисковых объектов);
- выявление в перспективном разрезе нефтегазоносных пластов – коллекторов, определение их геометрических параметров и фильтрационно-емкостных свойств;

- определение эффективных толщин, значений пористости, проницаемости, нефтегазонасыщенности;
- изучение физико-химических свойств нефтей, газов, конденсатов в пластовых и поверхностных условиях;
- установление коэффициентов продуктивности скважин и их добывных возможностей;
- предварительная геометризация залежей и подсчет запасов по категориям  $C_2$  и  $C_1$ ;

В процессе бурения скважины предполагается проведение комплекса геолого-геофизических исследований: ГИС – КС (ГЗ+ПЗ), ПС, ИК, БК, ГК, НГК, АК, БМК, МКЗ, а также измерение диаметра скважины (ДС) и инклинометрию; ГТИ; отбор керна из перспективной части разреза и пяти метров забойной пачки; отбор шлама в процессе бурения рекомендуется проводить через 5 метров проходки, а в интервалах отбора керна - через 1 метр; опробование и испытание продуктивных горизонтов; гидродинамические и лабораторные исследования (отобранного керна, шлама, флюидов) [3,4,5,6].

## Заключение

По результатам анализа геологических и геофизических материалов, полученных в результате бурения и исследования скважин по Кудринскому месторождению, можно прогнозировать схожие условия залегания терригенных и карбонатных пород-коллекторов в пашийских, ардатовских, воробьевских отложениях средне- и верхнедевонского возрастов на восточном тектоническом блоке Кудринской структуры.

На Кудринской структуре распределены в центральном и западном блоке, вскрыты ВНК и ГВК, в качестве объекта для постановки поискового бурения рекомендуется Кудринская структура для оценки перспектив промышленной нефтегазоносности слабо изученных пластов пашийского горизонта, с подготовленными геологическими и извлекаемыми ресурсами нефти и растворенного газа категории  $D_0$ .

С целью подтверждения прогнозируемых залежей, оценки их запасов по категориям  $C_1$  и  $C_2$  рекомендуется бурение одной поисково-оценочной скважины №7 своде восточного тектонического блока, с проектной глубиной 3000м и проектным горизонтом – мосоловским.

Для решения поставленных задач в скважине необходимо провести отбор керна и шлама, ГИС, опробование, испытание и лабораторные исследования.

Результаты бурения поисково-оценочных скважин позволят перевести ресурсы категории  $D_0$  в категорию запасов  $C_1+C_2$ , определить типы выявленных залежей, размеры, их промышленная значимость, а также определено направление дальнейших поисковых и разведочных работ.

### **Список использованных источников**

1. Шебалдина В.П. Тектоника и перспективы нефтегазоносности Саратовской области. г. Саратов, Фонды ОАО «Саратовнефтегеофизика», 2001.
2. Временное положение об этапах и стадиях геологоразведочных работ на нефть и газ, Москва, 2001.
3. Методические указания по оптимизации условий отбора кернa и количества учитываемых образцов. Москва. 1983.
4. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах. РД 153-39.0-072-01. Москва. 2001.
5. Лукьянов Э.Е. Исследование скважин в процессе бурения. М.: Недра, 1979.
6. Правила проведения испытаний и опробований в нефтяных и газовых скважинах. М.: ГЕРС, 1999.