

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

Кафедра геофизики

**«Оценка характера насыщения терригенных отложений по данным ГИС  
бобриковского горизонта Кировского месторождения»**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студента 5 курса 532 группы

Направление 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Геолого-геофизический сервис»

Геологического факультета

Грамотенко Владислава Олеговича

Научный руководитель:

кандидат геол.-мин.наук, доцент \_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Заведующий кафедрой:

кандидат геол.-мин.наук, доцент \_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2026

**Введение.** Изучение характера насыщения терригенных отложений представляет собой важную задачу для успешного проектирования разработки месторождений полезных ископаемых, особенно нефти и газа. Корректная оценка насыщенности определяет экономическую целесообразность добычи, влияет на стратегию разработки и помогает минимизировать риски капитальных вложений.

Актуальность исследования определяется необходимостью получения полной и достоверной информации о распределении флюидов в пластах, так как недостаточная изученность может привести к неоправданным затратам и потерям ресурсов. Особенно актуально это становится при разработке сложных коллекторов, где трудно однозначно интерпретировать данные первичного обследования и требуются дополнительные специализированные исследования.

Целью работы является оценка характера насыщения терригенных отложений по данным геофизических исследований скважин (ГИС) бобриковского горизонта на примере Кировского месторождения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд конкретных задач:

- собрать и привести данные ГИС по скважине Кировская №1;
- выполнить интерпретацию каротажных кривых и определить коэффициенты пористости, проницаемости и нефтенасыщенности;
- ознакомиться с данными ГИС, применяемыми для расчета открытой пористости и коллекторских свойств;
- описать зависимости между пористостью, насыщенностью и запасами для бобриковских отложений.

Дипломная работы содержит следующие главы:

Введение

1 Краткая геологическая характеристика района работ

1.1 Общие сведения

1.2 Литолого-стратиграфический разрез

### 1.3 Тектоника

### 1.4 Нефтегазоносность

## 2 Методика работ

### 2.1 Геофизические исследования скважин

### 2.2 Определение характера насыщения отложений по данным интерпретации каротажных кривых

### 2.3 Изучение геолого-геофизических исследований и выявление перспективных объектов на Кировском месторождении

## 3 Результаты исследований

### 3.1 Геофизические исследования скважин, методика и результаты интерпретации данных ГИС на территории км

### 3.2 Испытания и исследования отложений в результате ИПТ

## Заключение

## Список использованных источников

## Приложение А

Работа содержит 49 страниц, включая 13 рисунков, 6 таблиц и 1 графическое приложение. Список использованных источников включает 13 наименований.

**Основное содержание работы.** Кировское нефтяное месторождения открыто в 2017 г. поисково-оценочной скважиной №1 Кировское.

Участок недр имеет статус горного отвода. Границы участка в вертикальной плоскости: от нижней границы почвенного слоя, а при его отсутствии – от границы земной поверхности и дна водоемов и водотоков, до 100 м ниже подошвы нижнего продуктивного пласта.

Объектом проектируемых разведочных работ является нефтяное Кировское месторождение, расположенное в пределах одноименного участка недр. В административном отношении Кировское месторождение находится на территории Энгельского и Ровенского районов Саратовской области.

В геологическом строении рассматриваемой территории принимают участие метаморфические комплексы, слагающие архей-

нижнепротерозойский кристаллический фундамент, и образования осадочного чехла, представленные отложениями рифея (верхнего протерозоя), палеозойской, мезозойской и кайнозойской эратем.

*Бобриковский горизонт (C<sub>1</sub>bb)* вскрыт в интервале 2734-2747 м. Представлен песчаниками разномерными, полевошпатово-кварцевыми, алевритистыми, участками глинистыми, с прослоями алевролитов и аргиллитов.

Отложения горизонта охарактеризованы керновым материалом в интервале глубин 2734,20-2745,95 м. Горизонт является нефтеносным, при испытании бобриковских песчаников на Кировском месторождении получен приток нефти с газом. Продуктивная часть бобриковских отложений керновым материалом охарактеризована полностью. Бобриковский горизонт имеет четыре проницаемых пропластка, разделенных между собой породами флюидоупорами. Продуктивные пропластки представлены песчаниками серыми, коричневыми, разномерными, полевошпатово-кварцевыми, участками алевритистыми. Коллектор порового типа.

Мощность бобриковских отложений составляет 13 м.

С кровлей бобриковского горизонта отождествляется отражающий горизонт «C<sub>1</sub>bb».

В тектоническом отношении Кировское месторождение располагается в пределах Волжского прогиба, приуроченного к Бортовой зоне Прикаспийской впадины. На севере Волжский прогиб граничит со Степновским сложным валом, на западе – с Каменско-Золотовской приподнятой зоной.

Кировская структура впервые была выявлена в 2003 г. сейсморазведочными работами МОГТ-2D. В 2013 г. по результатам сейсморазведки МОГТ-3D 2012 г. был составлен паспорт на Кировскую структуру и проект поисково-оценочных работ.

В 2017 г. в скважине №1 Кировская выполняли исследования методом ВСП. Контроль привязки отражающих горизонтов и анализ интерпретации

модели показал расхождения между фактическими данными и данными сейсморазведки. По целевому отражающему горизонту C1bb расхождения между фактическими данными (абс. отм. минус 2641 м) и данными сейсморазведки (абс. отм. минус 2610 м) составляет 31 м.

С учетом данных бурения скважины № 1 Кировская и переинтерпретации сейсмических материалов были обновлены структурные построения по отражающему горизонту C1bb и по кровле коллектора продуктивного пласта бобриковского горизонта.

По отражающему горизонту C1bb Кировская структура представляет собой замкнутую изометричную антиклинальную складку, которая, является структурой облекания погребенных верхнефранских органогенных построек. По замкнутой изогипсе минус 2660 м структура имеет размер 2,3 x 2,0 км, амплитуда структуры более 18 м, площадь  $\approx 3,04$  км<sup>2</sup>.

В бобриковских отложениях по результатам испытания скважины №1 Кировская получен промышленный приток нефти в открытом стволе в интервале 2729-2743 м (абс. отм. минус 2634,8-2648,8 м). В эксплуатационной колонне опробование отложений бобриковского возраста выполнено в интервалах 2735-2739 м (абс. отм. минус 2640,8-2644,8 м), 2740,8-2741,8 м (абс. отм. минус 2646,6-2647,6 м) и 2742,5-2744,0 м (абс. отм. минус 2648,3-2649,8 м) способом кумулятивной перфорации с плотностью 10 отв./м. При испытании получен промышленный приток безводной нефти дебитом 77,8 м<sup>3</sup>/сут, газовый фактор 69,6 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

По результатам проведенных в процессе освоения комплексных гидродинамических исследований коэффициент продуктивности пласта равен 2,47 м<sup>3</sup>/сут\*атм., коэффициент проницаемости – 0,327 мкм<sup>2</sup>, пластовое давление 26,8 МПа.

Нефтенасыщенный пласт бобриковского горизонта, вскрытый скважиной №1 Кировская, залегает в интервале глубин 2735,4-2744,4 м (абс. отм. минус 2641,2-2650,2 м). Пласт состоит из четырех пропластков, представленных песчаниками и алевролитами, разделенных прослоями глин.

Толщины пропластков в разрезе скважины изменяются от 0,7 до 2,3 м, суммарная эффективная нефтенасыщенная толщина составляет 5,8 м.

Коэффициент расчлененности в продуктивном интервале равен 4, доля коллектора в общей толщине интервала нефтенасыщенных пород (коэффициент песчаности) – 0,64.

Нефть бобриковского горизонта по результатам исследований глубинных проб характеризуется следующим составом и свойствами: сернистая (серы – 1,641 % масс), парафинистая (парафина – 3,34 % масс), по содержанию смол и асфальтенов – смолистая (смол силикагелевых – 9,06 % масс, асфальтенов – 1,83 % масс), повышенной вязкости (динамическая вязкость нефти в стандартных условиях составляет 15,56 мПа\*с.); выход фракции до 300 °С составляет 43 % об.

В сентябре 2012 г. начались работы по проведению сейсморазведки МОГТ-3D в пределах центральной части Ровенского и Гурьяновского лицензионных участков площадью 82 км<sup>2</sup>. На Кировской структуре отработано 48,6 км<sup>2</sup> сейсмической съемки 3D, плотность - 39,8 км/км<sup>2</sup>. Полевые работы проводились сейсморазведочной партией № 7 ОАО «Запприкаспийгеофизика». При проведении работ использовался многоканальный телеметрический комплекс INPUT/OUTPUT, вибрационные источники возбуждения сейсмического НЧМ свип-сигнала 10-100 Гц AVG-IV-362 в количестве 4-х штук. Система наблюдения – центральная-крест, 144 канала в активной расстановке, кратность наблюдений при размере бина 25x25 - 72, шаг ПП – 300 м, шаг ПВ – 300 м. Обращённый микросейсмокаротаж выполнялся в 82 скважинах роторного бурения, заполненных промывочной жидкостью, средняя глубина скважин МСК составила 60,65 м. Запись производилась сейсмостанцией «Прогресс-Л (МСК)» в режиме накопления сигналов и формирования одной сейсмограммы на одной скважине МСК.

В 2017 г. выполнены исследования методом вертикального сейсмического профилирования (ВСП), а также обработка и интерпретация

данных ВСП в скважине №1 Кировская. Определены особенности волнового поля, скоростные характеристики разреза, изучены параметры поглощения, упруго-деформационные модули среды ( $\gamma=V_s/V_p$ ,  $\sigma$  - коэффициент Пуассона,  $E$  - модуль Юнга) и установлены их связи с физическими свойствами реальных сред. Выполнена стратиграфическая привязка целевых горизонтов к наземным сейсмическим данным с применением одномерного моделирования на основе синтетической трассы.

Вскрытие терригенных отложений бобриковского горизонта нижнего карбона на Кировском месторождении осуществлялось на полимер-глинистом растворе с удельным весом  $1,19 \text{ г/см}^3$ , вязкостью 40 сек, водоотдачей  $3,1 \text{ см}^3/30 \text{ сек}$ , долотом с диаметром 215,9 мм. Удельное сопротивление раствора составляет 0,24 Омм. Сопротивление пластовой воды в этих отложениях составляет 0,023 Омм.

Продуктивные отложения в скважине №1 Кировская были исследованы современным комплексом геофизических исследований (ГИС). Комплекс ГИС включал следующие виды исследований: стандартный каротаж (КС+ПС), радиоактивный каротаж (ГК, ГГК, НГК, ННК, СГК) профилометрию (кавернометрию), МКЗ, МБК, БКЗ, БК, ИК, АК, инклинометрию (ИС), термометрию (Т).

*Стандартный каротаж* выполнялся двумя зондами (потенциал-зондом N11,0M0,5A и градиент-зондом A2,0M0,5N) с записью кривых естественного потенциала ПС от устья до забоя в масштабе 1:500 прибором БКЗ-75. Диаграммы стандартного каротажа удовлетворительного и хорошего качества, использовались для выделения пластов-коллекторов, оценки толщин продуктивных горизонтов и качественной характеристики электрических свойств пород.

*Радиоактивный каротаж* на рассматриваемой площади выполнялся по всей глубине. Исследования в скважинах проводились методами ГК, ГГК, НГК, ННК и СГК приборами РК-73, РК-73 и 2НК-75. Аппаратура перед замерами эталонировалась, запись кривых ГК проводилась в мкР/час, ГГК – в

имп/мин и  $\text{г/см}^3$ , а кривых ННК – в имп/мин, с пересчётом в водородосодержание пород в процентах. Скорость записи – 200 м/час. Данные РК применялись, главным образом, для уточнения строения коллекторов, оценки глинистости, а также для литологического расчленения.

*Микрозондирование* проводилось прибором БМК-75 с одновременной регистрацией градиент и потенциал-микрозондов А0,025М0,025N и А0,05М. Скорость записи – 500 м/час. Данные микрозондирования использовались для уточнения строения коллекторов и эффективных мощностей. Коллекторы на микрозондах выделялись по низким сопротивлениям и наличию положительных приращений. Плотные пласты отличались высокими сопротивлениями и различными приращениями.

*Кавернометрия* выполнена прибором СКПД-2 со скоростью записи – 300 м/час в масштабе 1:500 в перспективной части разреза в масштабе 1:200, использовалась при выделении коллекторов, а также при интерпретации БКЗ. Замеры кавернометрии применялись для выделения эффективных толщин (по наличию глинистой корки) в комплексе с другими методами.

*Боковое каротажное зондирование* (БКЗ) проводилось комплексом следующих зондов: А4,0М0,5N, А8,0М1,0N, А1,0М0,1N, А0,4М0,1N и N0,5М0,5А. Скорость записи – 300 м/час. Материалы БКЗ удовлетворительного качества.

Замеры *индукционного каротажа* (ИК) проводились прибором Е-3М, со скоростью записи 300 м/час. Материалы ИК удовлетворительного качества.

Замеры *бокового каротажа* (БК) проводились прибором БКЗ-75 со скоростью записи 300 м/час. Материалы БК удовлетворительного качества.

*Акустический каротаж* выполнялся прибором АКС-75 со скоростью записи – 300 м/час. Метод АК использовался для уточнения литологического состава пород и их пористости.

*Инклинометрия* выполнялась прибором ИОН-1 через 10 м.

По результатам ИПТ и перфорации получен промышленный приток безводной нефти в интервале 2729,0-2743,0 м (абс.отм. минус 2634,8-2648,8

м, в интервалах 2735,0-2739,0 м (абс.отм. минус 2640,8-2644,8 м), 2740,8-2741,8 м (абс. отм. минус 2646,6-2647,6 м) и 2742,5-2744,0 м (абс. отм. минус 2648,3-2649,8 м).

Объемная глинистость была рассчитана по комплексу ГК, с использованием зависимости между  $\Delta J_\gamma$  и  $K_{гг}$  согласно уравнению В. Ларионова.

*Определение пористости* по ГИС проводили тремя способами по акустическому каротажу (по кривой  $\Delta t$ ), по плотностному каротажу (ГГКп) и нейтронному (по водородосодержанию  $\omega$ ). Определение нейтронной пористости проводилось по кривой НГК на основе эталонных кривых  $K_n^{НГК} = f(\Delta J_{ny})$ .

При сопоставлении пористости, рассчитанной по различным методикам, с пористостью по керну отмечена хорошая сходимость по отдельным методам, на основании которых рассчитывался коэффициент принятой пористости.

Для подсчета запасов по залежи терригенных отложений бобриковского горизонта средняя пористость по АК, ННК и ГГК.

*Коэффициент нефтенасыщенности* по отложениям бобриковского горизонта определялся с использованием стандартных связей: относительного параметра пористости с пористостью  $P_{п}=f(K_{п})$  и параметра насыщения с водонасыщенностью  $P_{н}=f(K_{в})$ , которые были построены по данным керна.

Согласно данным интерпретации, толщина пропластка изменяется в диапазоне от 0,6 м до 1,8 м. Наибольшее значение толщины (1,8 м) зафиксировано в интервале, где кровля пропластка соответствует абсолютной отметке 2742,6 м (-2648,4 м) и подошва — 2744,4 м (-2650,2 м). Таким образом, данный объект характеризуется максимальной толщиной пропластка среди прочих участков.

Коэффициент пористости по акустическим методам составляет 18.2%. По результатам электрических методов исследования, коэффициент нефтегазоносности равен 84,8%. Высокое значение данного показателя подтверждает высокую вероятность присутствия углеводородов (нефти или газа) в пласте. Данный коэффициент показывает степень заполнения порового пространства нефтью или газом относительно общего объема пустот породы.

Исследования показали, что по характеру насыщения в пропластке присутствует проявление нефти. Этот факт согласуется с высоким коэффициентом нефтегазоносности и объясняет завышенный показатель пористости, полученный акустическими методами.

Комплексный анализ данных позволяет заключить, что рассматриваемый пропласток обладает высокими перспективами промышленного освоения благодаря наличию значительных запасов нефти, хорошей пористости и достаточной толщине продуктивного интервала.

В открытом стволе проводились испытания отложений бобриковского горизонта. Из интервала 2729,0-2743,0 м (абс. отм. минус 2634,8-2648,8 м) бобриковских отложений в результате ИПТ получен промышленный приток безводной нефти дебитом 965 м<sup>3</sup>/сут.

Описание флюида (состав, цвет, запах, физические свойства) – за 25 минут открытых периодов испытаний получена пластовая вода, светло-желтая,  $\gamma$  - 1,15г/см<sup>3</sup>, также жидкость коричневато-зеленая, текучая, жидкая  $\gamma$  - 0,9г/см<sup>3</sup>, маслянистая с характерным запахом УВ. На 1 цикле время стоянки на притоке - 5мин, время восстановления давления –25 мин. На 2 цикле время стоянки на притоке – 20 мин, время восстановления давления – 90 мин.

Получен приток 2,5 м<sup>3</sup>, пластовая вода, светло-желтая,  $\gamma$  - 1,15г/см<sup>3</sup>, также жидкость коричневато-зеленая, текучая, жидкая  $\gamma$  - 0,9г/см<sup>3</sup>, маслянистая с характерным запахом УВ.

В эксплуатационной колонне испытание проведено в отложениях бобриковского горизонта в интервалах глубин 2735,0-2739,0 м (абс. отм. минус 2640,8-2644,8 м), 2740,8-2741,8 м (абс. отм. минус 2646,6-2647,6 м) и 2742,5-2744,0 м (абс. отм. минус 2648,3-2649,8 м) способом кумулятивной перфорации. При испытании получен промышленный приток безводной нефти дебитом 77,8 м<sup>3</sup>/сут, газовый фактор 69,6 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Проведённые испытания в открытом стволе показали высокие фильтрационно-ёмкостные свойства отложений бобриковского горизонта, выраженные получением значительного притока безводной нефти объемом 965 м<sup>3</sup>/сут. Проведение выборки интервалов для испытаний основывалось на комплексе признаков, включая проявления в ходе бурения, а также интерпретацию геофизических данных (ГИС).

Метод ИПТ, использованный в двухцикловом режиме, обеспечил надёжное определение характеристик притоков, объёма добытых флюидов и динамики изменения давления. Замеры уровней жидкости в трубах и использование электронных термоманометров позволили объективно оценивать качество выполненных работ.

Исследование образцов флюидов, полученных при испытании, позволило установить химический состав добываемой продукции, характеризуя её физическую природу и условия залегания. Анализ показал преобладание нефтяной фракции с незначительным содержанием воды, подтверждая высокий уровень нефтенасыщенности изучаемых пород.

В итоге физико-химические свойства пластовых флюидов принимаются по глубинным пробам, отобраным в скважине №1 Кировская из бобриковской залежи Кировского месторождения. Нефть имеет плотность в стандартных условиях 0,862 г/см<sup>3</sup>, объёмный коэффициент равен 1,240, пересчетный – 0,806, газосодержание – 81,5 м<sup>3</sup>/т.

Таким образом, представленные исследования подтверждают высокий потенциал нефтегазоносности терригенных отложений бобриковского

горизонта и указывают на необходимость дальнейших детальных оценочных мероприятий для обоснованного планирования разработки месторождения.

**Заключение.** В рамках представленного исследования по комплексному анализу характера насыщения терригенных отложений бобриковского горизонта на Кировском месторождении выполнены задачи выпускной квалификационной работы. В работе показаны геологические особенности территории и результаты геофизических исследований на ней. Описаны различные типы осадочных пород (песчаники, аргиллиты, известняки), каждая из которых обладает уникальными физическими свойствами, влияющими на процесс накопления и миграции углеводородов.

Согласно данным интерпретации, толщина пропластка изменяется в диапазоне от 0,6 м до 1,8 м. Наибольшее значение толщины (1,8 м) зафиксировано в интервале, где кровля пропластка соответствует абсолютной отметке 2742,6 м (-2648,4 м) и подошва — 2744,4 м (-2650,2 м). Таким образом, данный объект характеризуется максимальной толщиной пропластка среди прочих участков.

По результатам исследования, коэффициент нефтегазоносности равен 84,8%. Высокое значение данного показателя подтверждает высокую вероятность присутствия углеводородов (нефти или газа) в пласте. Данный коэффициент показывает степень заполнения порового пространства нефтью или газом относительно общего объема пустот породы.

Отмечены высокие фильтрационно-ёмкостные свойства флюида, а испытания открытого ствола выявили значительный приток безводной нефти объемом 965 м<sup>3</sup>/сут, свидетельствующий о высоких показателях продуктивности и нефтенасыщенности исследуемых отложений.

Комплексный анализ данных позволяет заключить, что рассматриваемый объект обладает высокими перспективами промышленного освоения, благодаря наличию значительных запасов нефти, хорошей пористости и достаточной толщине продуктивного интервала.