

DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2025.1.40-53>

EDN HLBEHS

УДК 550.8:553.98(430.43)

Доразведка и освоение мелкого по запасам нефтяного месторождения Самарской области

¹Юнусова Д.А., ²Лукьянова Р.Г.

¹Альметьевский Государственный Технологический Университет «Высшая школа
нефти», Альметьевск, Российская Федерация

²Казанский Федеральный Университет, Казань, Россия

Additional exploration and development of a shallow oil field in the Samara region

¹D.A. Yunusova, ²R.G. Lukyanova

¹Almetyevsk State Technological University "Higher School of Oil", Almetyevsk, Russia

²Kazan Federal University, Kazan, Russia

E-mail: dianochka.sitdikova.02@mail.ru

Аннотация. Основной целью данной работы является доразведка разрабатываемого нефтяного месторождения, повышение категоричности запасов нефти и оптимизация разработки месторождения. В рамках данной статьи детально рассматривается вариант бурения опережающей эксплуатационной скважины в качестве разведочной с оценкой эффекта от данного бурения. В работе также предлагается проведение комплекса мероприятий и исследовательских работ для более успешной последующей разработки месторождения. Предложенный сценарий доразведки позволит в короткие сроки доизучить особенности геологического строения залежей углеводородов, уточнить геолого-физические характеристики коллекторов и пластовых флюидов, а также повысить качество подготовки запасов для освоения. За счет ввода разведочной скважины в эксплуатацию будет оптимизирована выработка запасов нефти, совершенствована система разработки месторождения, повысится экономический эффект.

Ключевые слова: доразведка, категории запасов, разведочная скважина, верейский горизонт, башкирский ярус

Для цитирования: Юнусова Д.А., Лукьянова Р.Г. Доразведка и освоение мелкого по запасам нефтяного месторождения Самарской области // Нефтяная провинция.-2025.-№1(41).-С. 40-53. - DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2025.1.40-53>. - EDN HLBEHS

© Юнусова Д.А., Лукьянова Р.Г., 2025

Abstract. The main purpose of this work is to further explore the oil field under development, to increase oil reserves categorization and to optimize the field development. Within the framework of this work, the option of drilling an advanced production well as an exploratory well is considered in detail and the effect of this drilling is evaluated. The work also proposes a set of measures and research works for more successful subsequent development of the field. The proposed scenario of additional exploration will make it possible to study in a short time the peculiarities of the geological structure of hydrocarbon deposits, clarify the geological and physical characteristics of reservoirs and reservoir fluids, as well as improve the quality of preparation of reserves for development. Putting the exploration well into operation will optimize the production of oil reserves, improve the field development system and increase the economic effect.

Key words: *additional exploration, reserve categories, exploration well, vereysky horizon, bashkirian stage*

For citation: D.A. Yunusova, R.G. Lukyanova Dorazvedka mestorogdeniya X i rekomendacy po dalneyshemu osvoenyu [Additional exploration and development of a shallow oil field in the Samara region]. Neft Neftyanaya Provintsiya, No. 1(41), 2025. pp. 40-53. DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2025.1.40-53>. EDN HLBEHS (in Russian)

Введение

На сегодняшний день доразведка разрабатываемых нефтяных месторождений является одним из ключевых этапов доизучения, получения прироста запасов нефти, повышения эффективности добычи нефти и увеличения срока разработки месторождений [1]. Дело в том, что зачастую, при открытии средних и крупных месторождений в погоне за стабильной добычей и быстрым достижением определённых показателей, нефтедобывающие компании не берут во внимание небольшие структуры, которые являются потенциальными местами скопления углеводородов. Однако мировая практика показывает, что сегодня доразведка разрабатываемых месторождений активно развивается, и значительные приросты запасов нефти осуществляют путём оптимизации мероприятий по доразведке, корректировки уже существующих моделей месторождений, утвержденных систем разработки и доизучения строения залежей.

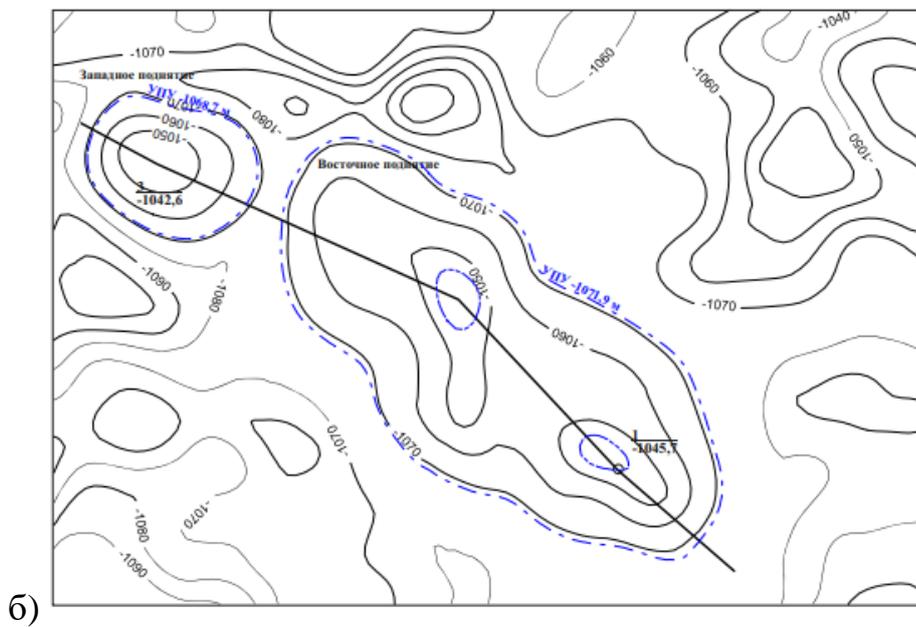
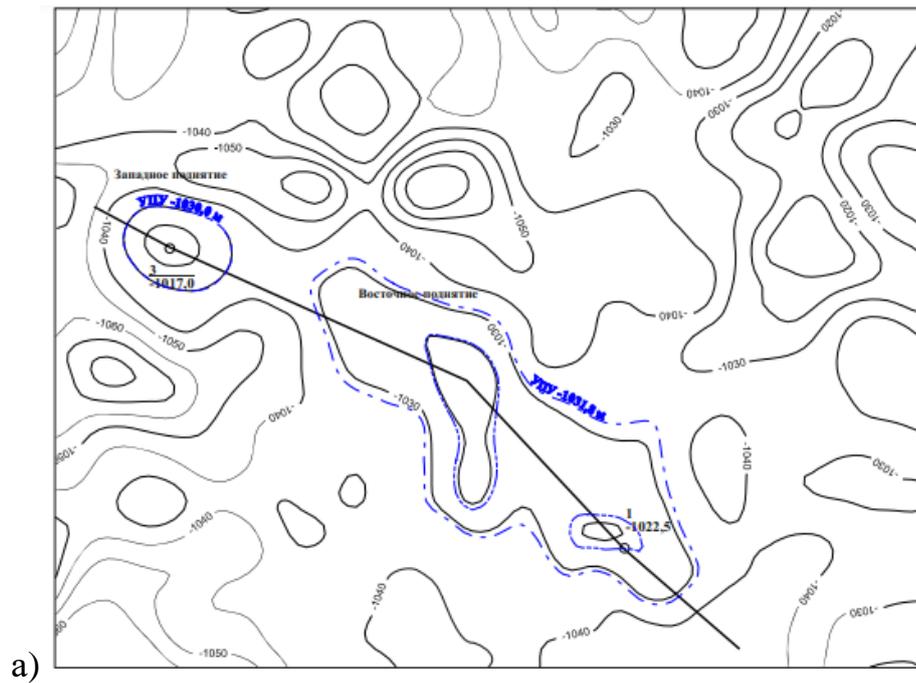
Данный вопрос актуален для большого количества разрабатываемых мелких месторождений. Не является исключением предлагаемое к рас-

смотрению нефтяное месторождение, расположенное на территории Самарской области.

Объект исследования

Территория Самарской области, приуроченная к юго-западной части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, обладает широким диапазоном нефтегазоносности. Изучение региона началось ещё в середине XIX века. Так, в 50-х годах прошлого столетия на изучаемой территории были проведены первые сейсморазведочные экспедиции регионального характера с целью выявления положительных структур. Но тогда данные исследования не увенчались успехом, из-за чего в 2010-х годах были проведены повторные сейсморазведочные работы с применением более современных и усовершенствованных технологий. Так были впервые картированы структуры, к которым приурочено изучаемое месторождение. По результатам интерпретации сейсморазведочных исследований были выделены два поднятия, объединенные в валообразную зону. Западное поднятие - небольшое по размерам, имеет изометричную форму, а второе - Восточное, вытянуто в северо-западном направлении и осложнено двумя куполами [2].

В 2014 году на поднятиях были пробурены поисково-оценочные скважины №№1,3, подтвердившие сейсмические построения и выявившие залежи нефти в отложениях верейского горизонта и башкирского яруса среднего отдела каменноугольной системы. Скважина №1 пробурена в юго-восточной периклинальной части Восточного поднятия и вскрыла присводовую часть южного купола, скважина №3 вскрыла сводовую часть Западного поднятия [2]. На рис. 1 представлены структурные карты по кровле верейского горизонта и башкирского яруса соответственно.



Условные обозначения:

- 1 - номер скважины
- 1022,5 - абс. отметка кровли продуктивного пласта, м
- - скважина
- 1030 - изогипса кровли продуктивного пласта, м
- ⋯ - внешний контур нефтеносности
- ⋯ - внутренний контур нефтеносности

**Рис. 1. Структурные карты по кровле продуктивных пластов
а) верейского горизонта, б) башкирского яруса**

В пробуренных скважинах был проведен комплекс исследовательских работ. На основании данных геофизических исследований скважин и отобранного керна был изучен геологический разрез месторождения, выделены эффективные нефтенасыщенные толщины, определены фильтрационно-емкостные свойства пород-коллекторов и оценены запасы нефти. Необходимо отметить, что специальные исследования керна не проводились. Из продуктивных пластов были отобраны и изучены поверхностные пробы нефти, однако физико-химические свойства и состав пластовой нефти остались недоизученными.

Анализ структуры запасов и разработки месторождения

На сегодняшний день изучаемое месторождение X разрабатывается, согласно Классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов, утверждённой Минприроды России в 2013 году [3], по величине запасов нефти относится к категории мелких, по особенностям геологического строения – к простым. Запасы нефти приурочены к отложениям верейского горизонта и башкирского яруса среднего карбона и оценены по категориям А, В₁ и В₂ [2].

Скважина №1 введена в эксплуатацию на пласты А₂ верейского горизонта и А₄ башкирского яруса, в скважине №3 добыча ведется из продуктивного пласта А₂ верейского горизонта, накопленная добыча нефти по месторождению составляет 3,8 тыс.т. По степени изученности и освоения на Восточном поднятии по верейскому и башкирскому пластам выделены категории запасов А, В₁ и В₂, на Западном поднятии в отложениях верейского горизонта выделена категория А, в отложениях башкирского яруса – В₁. На рис. 3 представлены карты эффективных нефтенасыщенных толщин продуктивных пластов месторождения с вынесенными границами категорий запасов нефти.

Для наглядного представления начальных извлекаемых запасов нефти были рассчитаны объёмные доли каждой категории запасов по про-

дуктивным пластам и по месторождению в целом, которые послужили основой для составления круговых диаграмм. Диаграммы представлены на рис. 2.

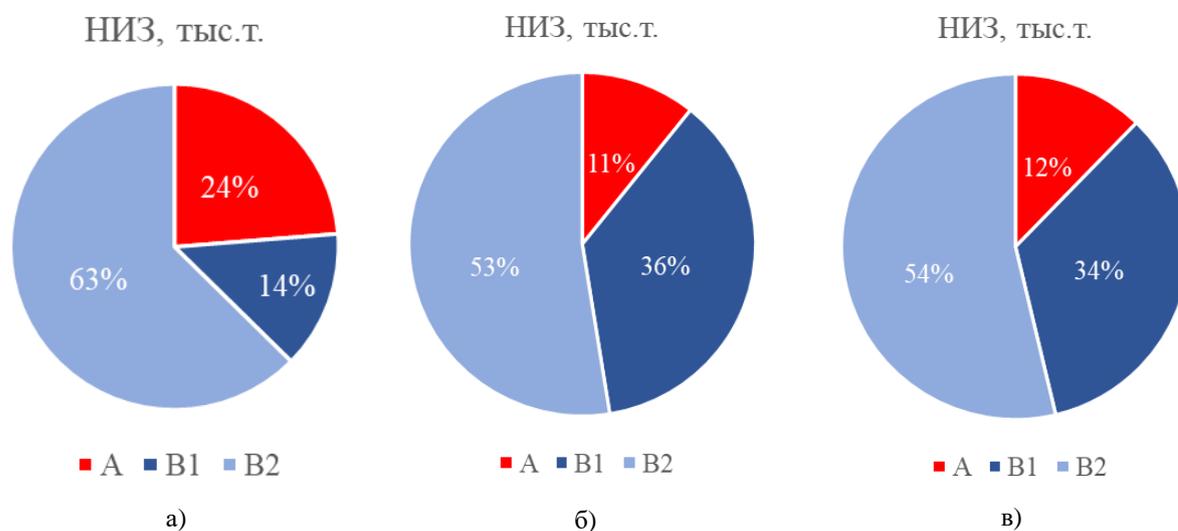


Рис. 2. Диаграммы распределения категорий извлекаемых запасов
а) по пласту A₂ верейского горизонта, б) по пласту A₄ башкирского яруса,
в) по месторождению в целом

Анализ структуры запасов нефти месторождения показал, что суммарное распределение запасов по пластам находится в зависимости от строения резервуара, контролирующего залежи нефти. Так, залежи нефти башкирского яруса приурочены к карбонатным массивным резервуарам и в этих отложениях сосредоточена львиная доля запасов нефти месторождения (88%). Верейские залежи контролируются пластовыми резервуарами, являющимися структурами облекания нижележащих массивных, имеют меньшие размеры и нефтенасыщенные толщины, чем башкирские и содержат менее четверти запасов месторождения.

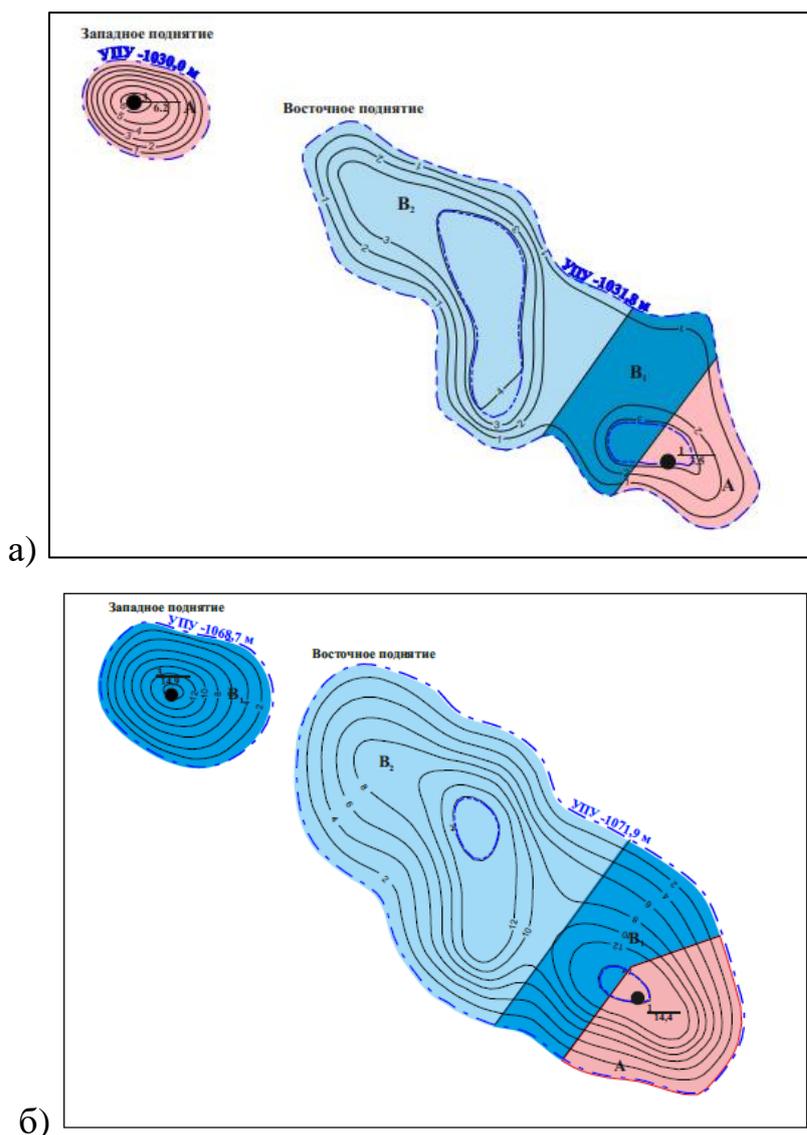


Рис. 3. Карта эффективных нефтенасыщенных толщин пласта
а) A_2 верейского горизонта и б) A_4 башкирского яруса с вынесенными границами
категорий запасов

Таким образом, по представленным выше диаграммам и картам толщин можно сделать вывод о том, что несмотря на то, что месторождение введено в промышленную разработку, оно всё ещё недоразведано. Доля запасов категории B_2 по месторождению на сегодняшний день значительна и составляет 54%, тогда как доля запасов категории A не достигает положенных для разрабатываемых месторождений 30% и составляет всего 12% [3].

Обоснование бурения разведочной скважины

Основная причина преобладания запасов категории B_2 на рассматриваемом месторождении – это не изученность геологического строения центрального купола Восточного поднятия, который уверенно выделяется на временном разрезе, что подтверждается сейсмической картиной на сейсмопрофиле, представленном на рис. 4.

Концепция эксплуатационного разбуривания залежей Восточного поднятия по действующему проектному документу предполагает бурение «от известного к неизвестному»: от скважины №1 в северо-западном направлении вдоль длинной оси структуры, что продемонстрировано на рис. 5. На рисунке числами указан номер скважины, соответствующий последовательности бурения. При этом разбуривание центрального купола Восточного поднятия будет осуществляться от периферии к своду структуры, что в условиях массивного резервуара не является оптимальным с точки зрения выработки запасов нефти и темпов обводнения продукции скважин.

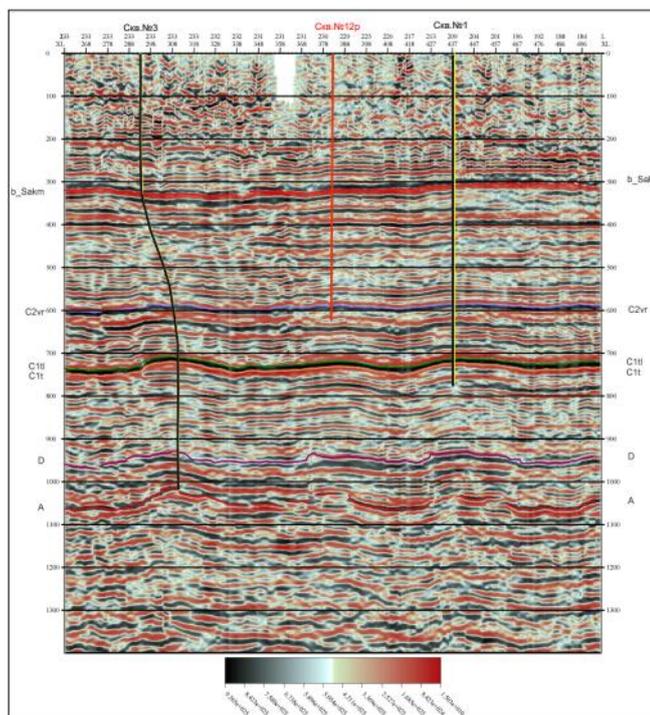


Рис. 4. Фрагмент временного разреза по линии скважин №№3-1 с размещением проектной скважины

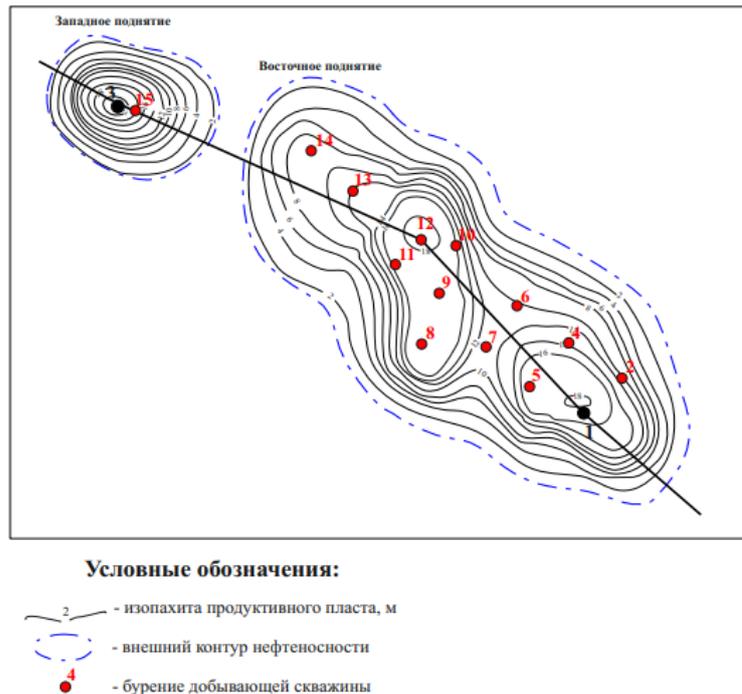


Рис. 5. Схема размещения проектного фонда скважин на рассматриваемом месторождении

По действующему проектному документу для башкирской залежи эксплуатационное бурение в сводовой части центрального купола Восточного поднятия в зоне максимальных нефтенасыщенных толщин планируется проводить не ранее, чем через 10 лет, после бурения десяти эксплуатационных скважин, которые расположены на периклинали и выработают долю запасов нефти центральной части свода. Если для пластовой залежи верейского горизонта, где распределение нефтенасыщенных толщин по площади достаточно равномерное, очередность бурения эксплуатационных скважин не имеет решающего значения, то для массивной залежи, где наибольшие нефтенасыщенные толщины сосредоточены в сводовой части, этот аспект становится весьма значимым. Именно по этой причине рекомендуется бурение опережающей эксплуатационной скважины №12 в качестве разведочной в сводовой части центрального купола Восточного поднятия, глубиной 1200 м со вскрытием башкирских отложений. На рис. 6 представлен геологический профиль по линии скважин №№3-

12р-1, где нанесено местоположение проектируемой разведочной скважины 12р.

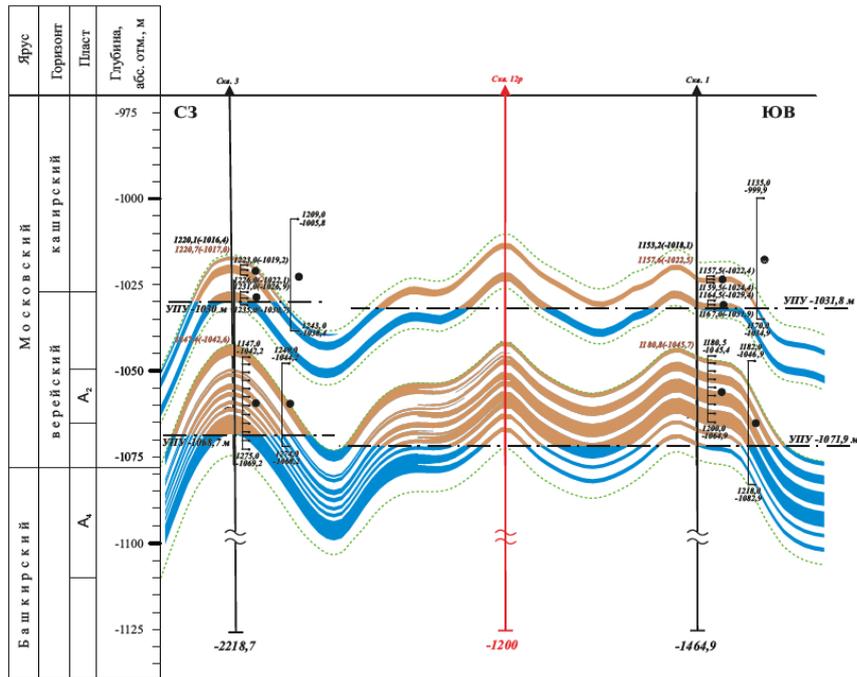


Рис. 6. Геологический профиль по линии скважин №№3-12р-1

Данное опережающее бурение позволит, в первую очередь, изучить геологическое строение залежей нефти верейских и башкирских отложений Восточного поднятия. Также по обоим продуктивным пластам часть запасов будет переведена из категории В₂ в категорию В₁. За счет бурения проектной скважины в своде поднятия планируется уточнить отметку ВНК залежей, так как на данном этапе по продуктивным пластам уровень ВНК принят как условный подсчетный уровень (УПУ) по подошве нижнего нефтенасыщенного пропластка.

По башкирскому и верейскому пластам предполагается вскрыть наибольшие нефтенасыщенные толщины, и планируемый дебит скважины будет больше дебитов нефти скважин №1 и №3.

В проектной разведочной скважине необходимо предусмотреть исследовательские работы, включающие отбор и лабораторный анализ кернa, в том числе специальные исследования (определение коэффициента вытеснения нефти и смачиваемости породы, капиллярметрические исследо-

вания и др.), расширенный комплекс ГИС, опробование продуктивных пластов в эксплуатационной колонне, гидродинамические исследования скважины, отбор и лабораторное исследование физико-химических свойств и состава пластовых флюидов.

Основная цель данных работ по доразведке – доизучение строения залежей нефти и повышение категоричности запасов углеводородов. На рис. 7 представлены прогнозные карты эффективных нефтенасыщенных толщин продуктивных пластов после рекомендуемого бурения и повышения категоричности запасов нефти.

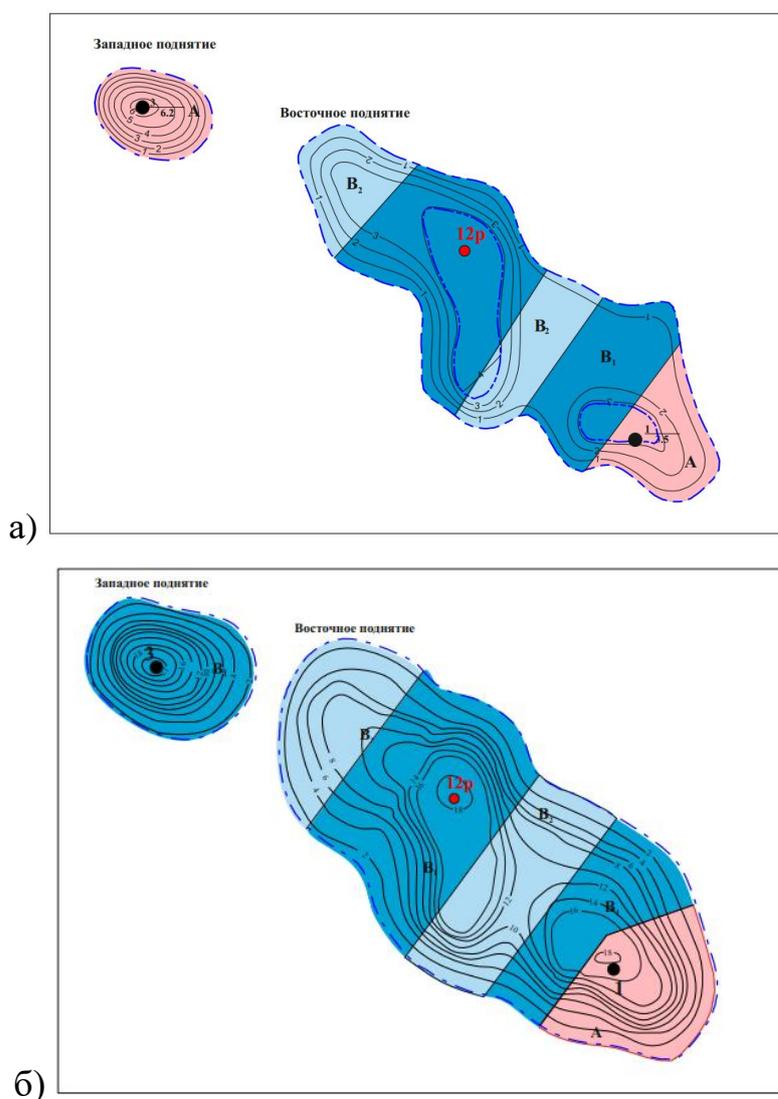


Рис. 7. Карта эффективных нефтенасыщенных толщин пласта

а) A_2 верейского горизонта и б) A_4 баширского яруса после рекомендуемого бурения и перевода запасов

Для оценки запасов использовался объёмный метод, шаг эксплуатационной сетки по действующему проектному документу по продуктивным пластам принят 300 м. Подсчётные параметры продуктивных пластов месторождения представлены в табл. 1.

Таблица 1

Расчётные параметры для формулы подсчёта запасов

Пласт	Q_n , тыс.т.	F, тыс.м ²	$h_{эф}$, м	$k_{п}$, д.ед.	$k_{ин}$, д.ед.	θ , д.ед.	ρ , г/см ³
A ₄	2436	1283,8	18,1	0,13	0,86	0,986	0,951
A ₂	506	1494,5	4,5	0,11	0,73	0,967	0,970

Таким образом, бурение опережающей разведочной скважины позволит перевести 60% запасов категории В₂ в категорию В₁, в результате доля запасов категории В₂ в структуре запасов месторождения составит менее 30%. В дальнейшем, при вводе пробуренной скважины в эксплуатацию, запасы нефти будут переведены в промышленную категорию А.

Основные выводы

Итак, в данной работе представлен сценарий доразведки разрабатываемого месторождения за счет бурения опережающей разведочной скважины из утвержденной эксплуатационной сетки. На основе изучения геологических особенностей месторождения и анализа структуры запасов, выявлена его недоразведанность, а также причина преобладания запасов категории В₂. Для доразведки центрального купола Восточного поднятия предложено бурение опережающей эксплуатационной скважины №12р в качестве разведочной, которая позволит в более короткие сроки доизучить геологическое строение месторождения X, уточнить уровень ВНК залежей, получить новые геолого-физические данные о пластах-коллекторах и насыщающих их флюидах, а также повысить качество подготовки запасов для освоения. Ввод разведочной скважины в эксплуатацию позволит оптимизировать выработку запасов нефти, получить повышенные дебиты

нефти и совершенствовать систему разработки месторождения, что так важно для мелких по запасам месторождений нефти.

Список литературы

1. Галяутдинова Н.А., Лукьянова Р.Г. Доразведка пласта БС10/0 Восточно-Сургутского месторождения. – Изд-во «Тенденции развития науки и образования», 2023. – 145 стр.
2. «Оперативный подсчет запасов нефти и растворенного газа на новых месторождениях, открытых по результатам поискового бурения и пересчет запасов по результатам разведочного бурения на месторождениях, числящихся на Госбалансе», 2014 г. (протокол Роснедра №18/783-пр от 09.12.2014 г.).
3. Классификация запасов и ресурсов нефти и горючих газов, утвержденная приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 01.11.2013 г. №477

References

1. Galyautdinova N.A., Lukyanova R.G. Dorazvedka plasta BS10/0 Vostochno-Surgutskogo mestorozhdeniya. – Izd-vo “Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya”, 2023. - 145 pp. (in Russian)
2. Operativnyy podschet zapasov nefiti i rastvorennogo gaza na novykh mestorozhdeniyakh, otkrytykh po rezul'tatam poiskovogo bureniya i pereschet zapasov po rezul'tatam razvedochnogo bureniya na mestorozhdeniyakh, chislyashchikhsya na Gosbalanse", 2014 g. (protokol Rosnedra №18/783-pr ot 09.12.2014). (in Russian)
3. Klassifikatsiya zapasov i resursov nefiti i goryuchikh gazov, utverzhdennaya prikazom Ministerstva prirodnikh resursov i ekologii Rossiyskoy Federatsii ot 01.11.2013 g. №477. (in Russian)

Сведения об авторах

Юнусова Диана Альбертовна, студент 1 курса магистратуры, ГБОУ ВО «Альметьевский государственный технологический университет» - «Высшая школа нефти»
Россия, 423452, Альметьевск, ул. Советская, 186А
E-mail: dianochka.sitdikova.02@mail.ru

Лукьянова Резеда Габдрашитовна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Казанский Федеральный Университет
Россия, 420000, Казань, ул. Кремлёвская, 4/5
E-mail: rezeda-1@yandex.ru

Authors

D.A. Yunusova, first year magistr, Almet'yevsk State University of Technology – Higher Petroleum School
186A, Sovetskaya Str., Almet'yevsk, 423452, Russian Federation
E-mail: dianochka.sitdikova.02@mail.ru

R.G. Lukyanova, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Kazan Federal University
4/5, Kremlyovskaya Str., Kazan, 420000, Russian Federation
E-mail: rezedal@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 13.11.2024

Принята к публикации 21.03.2025

Опубликована 30.03.2025