

УДК 550.8  
AGRIS U40

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/91/13>

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТА ЮС<sub>1</sub>

©*Бирюкова О. Н., Югорский государственный университет,  
г. Ханты-Мансийск, Россия, on-birukova@mail.ru*

©*Нанишвили О. А., Югорский государственный университет,  
г. Ханты-Мансийск, Россия, olgayugu@yandex.ru*

©*Игенбаева Н. О., канд. геогр. наук, Югорский государственный университет,  
г. Ханты-Мансийск, Россия, nataligeo@narod.ru*

## PECULIARITIES OF THE FORMATION OF UPPER JURASSIC DEPOSITS ON THE EXAMPLE OF THE OBJECT US<sub>1</sub>

©*Biryukova O., Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia, on-birukova@mail.ru*

©*Nanishvili O., Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia, olgayugu@yandex.ru*

©*Igenbaeva N., Ph.D., Yugra State University, Khanty-Mansiysk, Russia, nataligeo@narod.ru*

*Аннотация.* В работе выполнен анализ фондовых материалов по месторождению ЗС для получения информационной базы для характеристики геологического строения залежи нефти васюганской свиты (объект ЮС<sub>1</sub>). По данным ГИС выделены типы разреза по пластам ЮС<sub>1</sub>, определяющие влияние на распределение начальных запасов нефти и, закономерность в низких темпах выработки запасов нефти в локализованных застойных и тупиковых зонах. Представлена характеристика вытеснения по основным залежам объекта ЮС<sub>1</sub>. Выделены наиболее благоприятные группы залежей по типу коллекторов (монолита и неравномерно слоистого).

*Abstract.* In this work, we analyzed the stock materials on the CS field to obtain an information base to characterize the geological structure of the Vasyugan formation oil deposit (object US<sub>1</sub>). According to GIS data, the section types of the formation of US<sub>1</sub>, which determine the distribution of initial oil reserves and the pattern of low rates of oil reserves in the localized dead-end and stagnant zones are highlighted. The characteristics of the displacement of the main reservoirs of the object US<sub>1</sub> are presented. The most favorable groups of reservoirs by type of reservoirs (monolithic and irregularly layered) are identified.

*Ключевые слова:* объекты разработки, коэффициенты нефтеизвлечения, остаточные запасы, васюганская свита.

*Keywords:* development objects, oil recovery factors, residual reserves, reserve depletion.

Васюганская свита по характеру своего строения подразделяется на два раздела. Нижний раздел представлен неоднородными аргиллитами, верхний песчано-глинистыми осадками с преобладанием песчаных разностей. Нефтеносный горизонт ЮС<sub>1</sub> является региональным объектом и характеризуется зональным развитием различного типа фаций,



соответственно, меняется его морфология и свойства коллекторов. На территории района имеют место обширные по площади зоны распространения коллекторов с низкими фильтрационными свойствами.

Исследуемый участок расположен в пределах Сургутского нефтегазоносного района Среднеобской нефтегазоносной области.

Залежи нефти васюганской свиты по объекту ЮС<sub>1</sub> равномерно размещены по всей площади исследуемого участка. В пласте ЮС<sub>1</sub> выявлено 22 залежи нефти, основной его характеристикой является наличие литологического ограничения за счет глинизации коллекторов. На значительной площади пласт имеет обширные зоны отсутствия коллекторов [2].

Горизонт ЮС<sub>1</sub> характеризуется зональным развитием различного типа фаций. Соответственно, меняется его морфология и свойства коллекторов. Основными факторами, определяющим геологическое строение и ФЕС являются условия осадконакопления. Формирование продуктивного горизонта происходило в условиях мелководного волнового побережья. Отложения связаны с регрессией морского бассейна. Строение и фациальные особенности продуктивного пласта-горизонта ЮС<sub>1</sub> изучены на основе результатов интерпретации ГИС, структурно-текстурных особенностей керна.

В интервале пласта ЮС<sub>1</sub> выделяются фации от существенно глинистой переходной и нижней предфронтальной зоны с темпеститами до песчаной предфронтальной зоны пляжа, подводных валов и берегового бара. Песчаные прослои отделены многочисленными размывами, карбонатизированными и глинистыми пропластками, что значительно осложняет строение резервуара. При доминирующем направлении сноса терригенного материала с юго-востока, востока западные крылья палеоподнятий с примыкающими к ним синклиналиями являлись областями разгрузки потоков, перемещавших кластический материал по дну бассейна. Восточные крылья этих поднятий являлись барьерами, перед которыми осаждалась значительная часть переносимой обломочной массы. На них и прилегающих отрицательных элементах палеорельефа более отчетливо проявляется косослоистое строение верхневасюганской подсвиты в целом, отображающее не всегда явно выраженную проградацию — латеральное смещение в сторону моря песчаных отложений [1]. В соответствии с этим, более высокопродуктивные залежи (с лучшими ФЕС) расположены в восточной, юго-восточной части площади. Залежи характеризуются сложным геологическим строением. По типам залежи различаются от пластово-сводовых до литологически ограниченных в виде отдельных линз, насыщенных нефтью.

Наиболее благоприятными свойствами характеризуется верхний пласт ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup>. Согласно распределению доли коллекторов, на геолого-статистическом разрезе (ГСР) именно в этом пласте отмечается наибольшая доля песчаников по сравнению с другими пластами юрских отложений (Рисунок 1).

Пласты васюганской свиты по генезису отложений относятся к неритовому (морскому) типу. Они характеризуются ритмичным чередованием относительно выдержанных прослоев песчаников с алевролитами и аргиллитами. Общая тенденция увеличения песчаности вверх по разрезу характеризует верхний пласт (ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup>) более выдержанным как по площади, так и по разрезу чем нижний пласт (ЮС<sub>1</sub><sup>2</sup>). Данная тенденция хорошо видна на схеме детальной корреляции по скважинам (Рисунок 2).

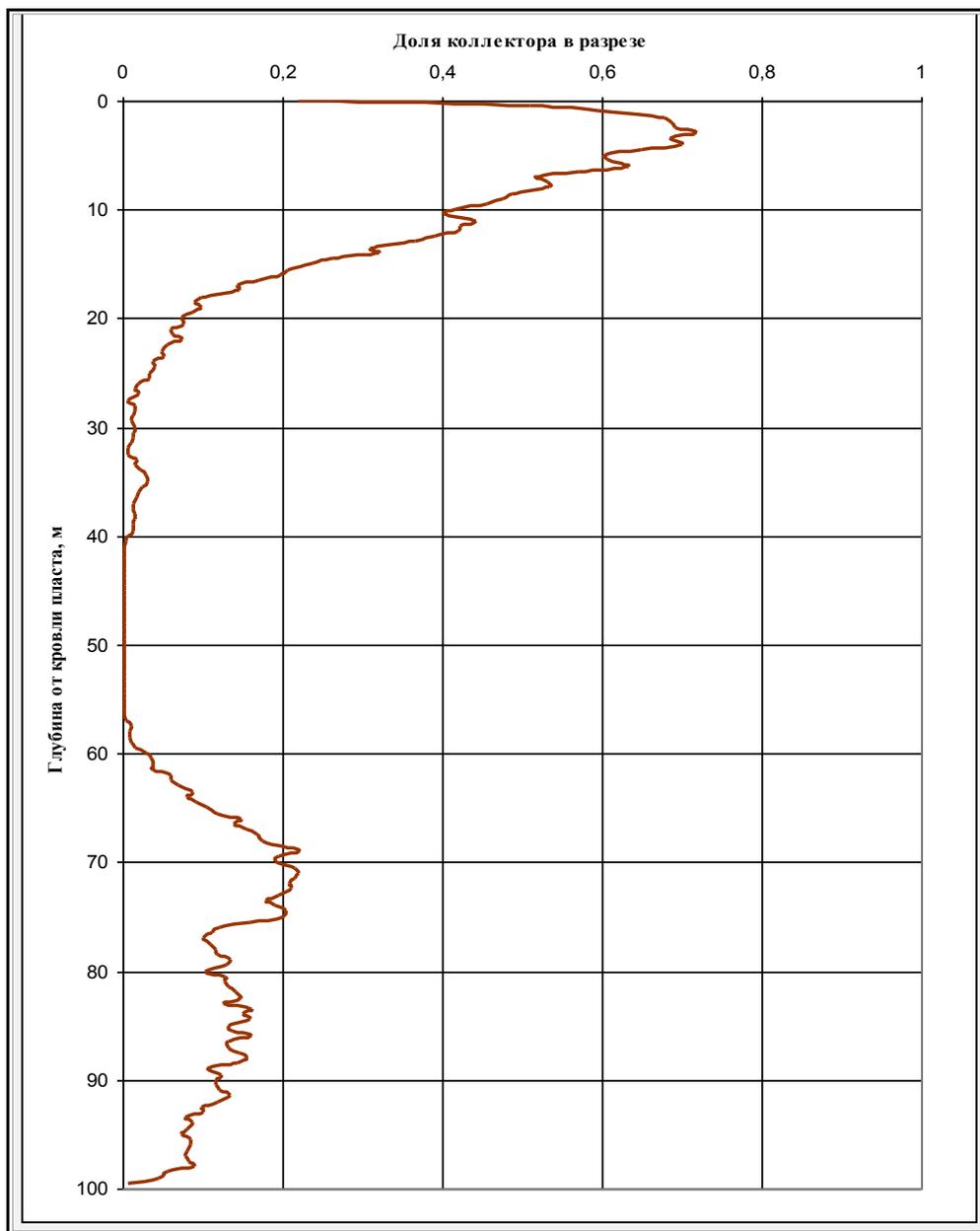


Рисунок 1. Геолого-статистический разрез по доле пород-коллекторов в разрезе васюганской свиты

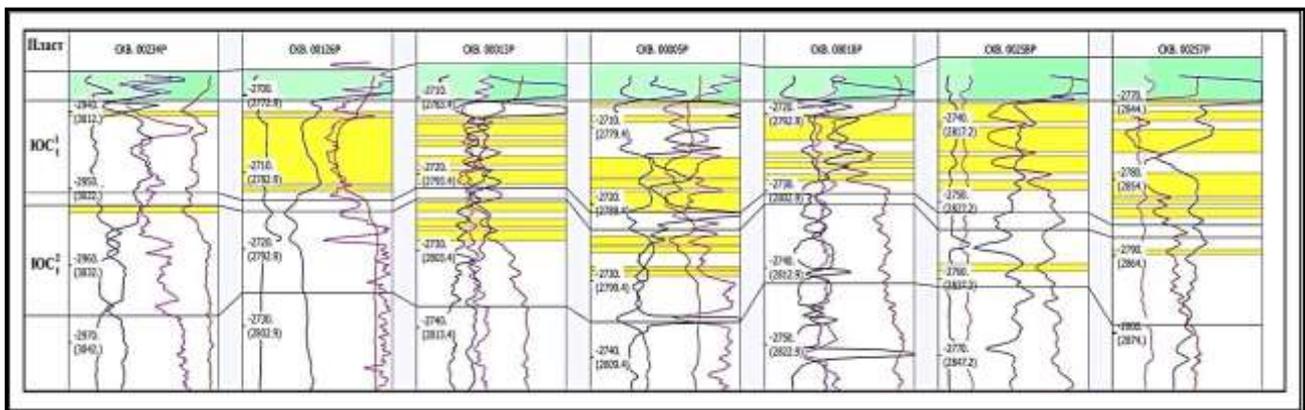


Рисунок 2. Схема детальной корреляции отложений васюганской свиты по линии скважин №234P, 126P, 13P, 5P, 18P, 258P, 257P

Детальный анализ керновых исследований, дифференцированный по типам песчаных пород для васюганской (ЮС<sub>1</sub>) свиты показал заметное отличие проницаемости средне-, мелкозернистых песчаников от алевритистых пород: соответственно:  $(9-12) \times 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup> и  $(2,8-3) \times 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>. В процессе детального изучения геологического строения залежей нефти и разреза юрских отложений в целом видно, что коллектор распределен не равномерно как по разрезу, так и по площади в каждом из пластов. В пределах одной залежи в скважинах встречается как монолитный тип коллектора (расчлененность равна единицы, коэффициент песчаности более 0,7), так и сильно расчлененный коллектор в скважинах (количество пропластков более 4 и коэффициент песчаности порядка 0,5).

Таким образом, для дифференцированного представления строения продуктивных залежей верхнеюрских отложений, в результате анализа каротажных диаграмм юрских пластов в скважинах месторождения выделили четыре типа продуктивного разреза скважин: монолитный тип коллектора; неравномерно слоистый разрез; частое переслаивание коллектора, с большей долей коллектора в разрезе; частое переслаивание коллектора, с меньшей долей коллектора в разрезе. Полная вариация данных типов отмечена, только в верхнем пласте (ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup>), нижний пласт (ЮС<sub>1</sub><sup>2</sup>) представлен практически одним типом – частым переслаиванием с превалированием доли не коллекторов в разрезе. Таким образом, для изучения распространения типа разреза пласта по площади васюганской свиты рассмотрен верхний пласт. Ниже представлены каротажные диаграммы выделенных типов разрезов пластов ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup> в наиболее представительных скважина (Рисунок 3).

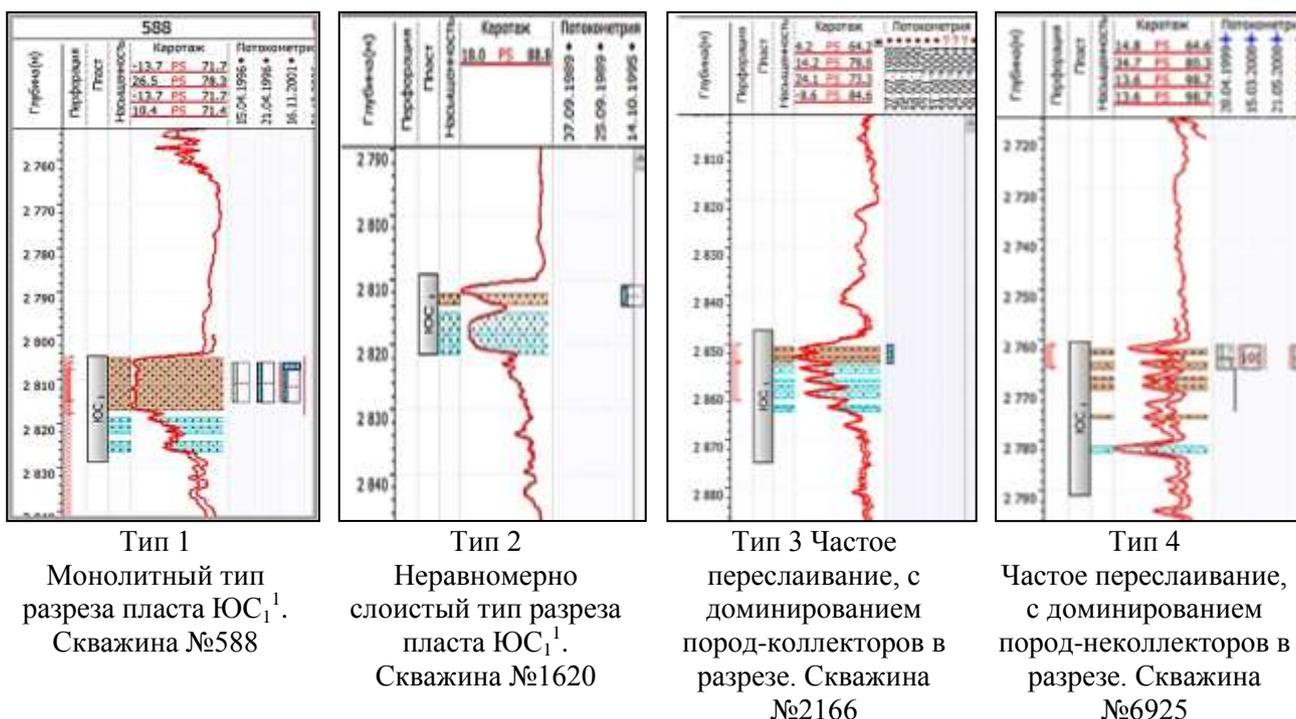


Рисунок 3. Типы разреза пласта ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup>

Анализ распределения количества скважин с выделенными типами разреза по пластам показал следующее. Пласт ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup> представлен по типам разрезов:

монолитный тип	в 16% всех скважин;
неравномерно слоистый	в 18%;
частое переслаивание (больше коллектора)	в 48%;
частое переслаивание (меньше коллектора)	в 8%.

Сопоставление фильтрационно-емкостных свойств типов разрезов пластов ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup> по ГИС представлено в Таблице 1. Анализ полученных данных показывает, что явное различие отмечается в параметрах нефтенасыщенных толщин, песчаности и расчлененности разрезов: от двух до трех раз. Различие в проницаемости пласта по типам не так заметно, примерно в полтора раза. По параметрам пористости и нефтенасыщенности различий не выявлено. Такое распределение геологических характеристик выделенных типов разрезов пласта в первую очередь оказывает влияние на распределение начальных запасов нефти и, возможно, позволит установить закономерности в темпах выработки запасов нефти, локализации застойных и тупиковых зон, приуроченных к слоистым, расчлененным типам разрезов пласта [4].

Таблица 1

ГЕОЛОГО-ФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРИЗОНТА ЮС<sub>1</sub> МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО ТИПАМ РАЗРЕЗА

Параметр	Тип разреза			
	Тип 1 (Монолит)	Тип 2 (неравномерно слоистый разрез)	Тип 3 (Частое переслаивание (кол. > некол.))	Тип 4 (Частое переслаивание (кол. < некол.))
Средняя эффективная толщина, м	9,6	8,5	6,6	3,4
Средняя эффективная нефтенасыщенная толщина, м	7,5	6,8	5	2,8
Коэффициент пористости, доли ед.	0,17	0,165	0,16	0,16
Коэффициент нефтенасыщенности пласта, доли ед.	0,56	0,55	0,54	0,57
Проницаемость, 10 <sup>-3</sup> мкм <sup>2</sup>	17	15,5	11	6,1
Коэффициент песчаности, доли ед.	0,8	0,65	0,6	0,3
Расчлененность	1	3,6	4,6	3

Необходимо отметить, что анализ распределения проницаемости по объему порового пространства в выделенных типах разрезов подтвердил одинаковый характер распределения, с явным доминированием коллекторов с проницаемостью от 1×10<sup>-3</sup> мкм<sup>2</sup> до 10×10<sup>-3</sup> мкм<sup>2</sup> (Рисунок 4). Такой факт может характеризовать юрские отложения месторождения с позиции малой вариативности фильтрационных свойств и большей степени однородности в развитии низко проницаемого коллектора, содержащего основную часть запасов нефти.

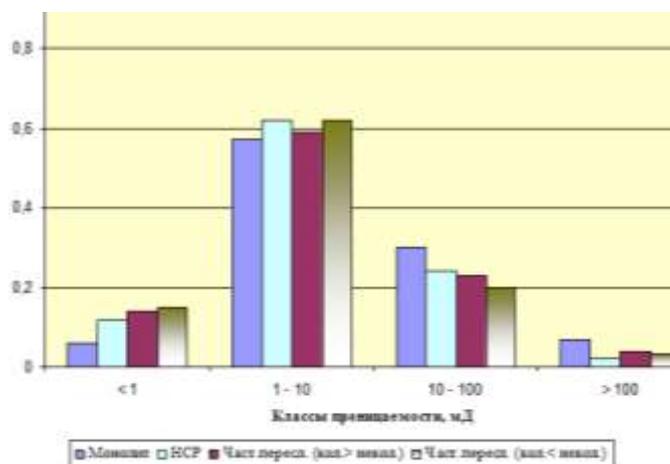


Рисунок 4. Распределение проницаемости (по ГИС) по типам разрезов пластов ЮС<sub>1</sub><sup>1</sup>

Для пласта ЮС<sub>1</sub> была построена зональная схема развития выделенных типов разреза пласта. В основу выделения неравномерно слоистого типа разреза скважин брались критерии присутствия хотя бы одного прослоя коллектора равной толщины 4 м и более. Исходя из этого критерия можно предположить, что взаимодействие между пропластками коллектора этих двух типов идет практически одинаково как по латерали, так и по вертикали. Поэтому при построении зональной схемы монолитный тип и неравномерно слоистый объединили в один [3].

Большую часть площади ЮС<sub>1</sub> занимает третий тип разреза — частое переслаивание (больше коллектора). Первый тип (массивный тип разреза) с благоприятными фильтрационными характеристиками развит локальными зонами в меньшей степени. Распространения различных типов разреза пласта ЮС<sub>1</sub>, на территории месторождения имеют место обширные по площади зоны распространения коллекторов третьего и четвертого типа частое переслаивание (больше коллектора) с низкими фильтрационными свойствами, основная доля запасов приходится на коллектора с проницаемостью не превышающей  $10 \times 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>. Залежи с первым и вторым типом коллекторов в настоящее время уже разбурены на 70-100%. На долю продуктивного горизонта ЮС<sub>1</sub> приходится 15,3% геологических и 11,5% начальных извлекаемых запасов категорий АВ<sub>1</sub>В<sub>2</sub> и 13,6% и 9,9%, соответственно, в категории АВ<sub>1</sub> месторождения [5]. Характеристика выработки запасов с учетом типизации коллектора по залежам объекта разработки ЮС<sub>1</sub> представлена в Таблице 2.

Таблица 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫРАБОТКИ ЗАПАСОВ ОБЪЕКТА ЮС<sub>1</sub>

Залежь	Извлекаемые запасы (АВ <sub>1</sub> ) %	КИН, д. ед.	Тип коллектора	Накопленная добыча нефти, %	Обводненность, %	Накопленная компрессия, %	Показатели выработки запасов			
							Отбор от НИЗ, %	отбора от НИЗ, %	отбора от ТИЗ, %	КИН тек., д. ед.
1	4,3	0,285	2	0,2	33,3	22,9	2,8	2,6	2,6	0,008
2	1,7	0,285	2	1,8	32,3	281	63	1,6	4	0,179
4+5+20	36,6	0,285	1, 3	59,8	77	106,1	97,4	3,8	59	0,277
9	13,4	0,285	3	14,3	86,4	102,2	63,8	2,4	6,3	0,182
10	4,6	0,285	1, 3	4,1	96,2	113,3	53	0,7	1,6	0,151
12	3,7	0,285	1, 2	2,1	—	0	34	—	—	0,097
17	13,1	0,285	1, 3	17,1	75,6	117,9	78	0,9	3,9	0,222
прочие	22,8	0,285	2	0,6	61,4	21	1,5	0,2	0,2	0,004
В целом	100	0,285		100	79,8	111,4	59,5	2	4,8	0,17

Максимальная доля извлекаемых запасов приурочена к залежам 4+5+20, которые характеризуются максимальными значениями пористости и проницаемости, относятся к коллекторам первого и третьего типа. Отбор от НИЗ составляет 97,4%, обводненность 77%, текущий КИН 0,277 при утвержденном 0,285 [2].

Динамика показателей выработки запасов в целом по объекту с распределением значений по залежам представлена на Рисунке 5. Зависимость отбора НИЗ от обводненности и текущие показатели свидетельствуют о том, что темпы обводнения на объекте опережают выработку запасов. Это связано как с тем, что на дату анализа не все запасы объекта вовлечены в разработку, так и с особенностями разработки залежи 9, первой введенной в разработку и залежи 10.

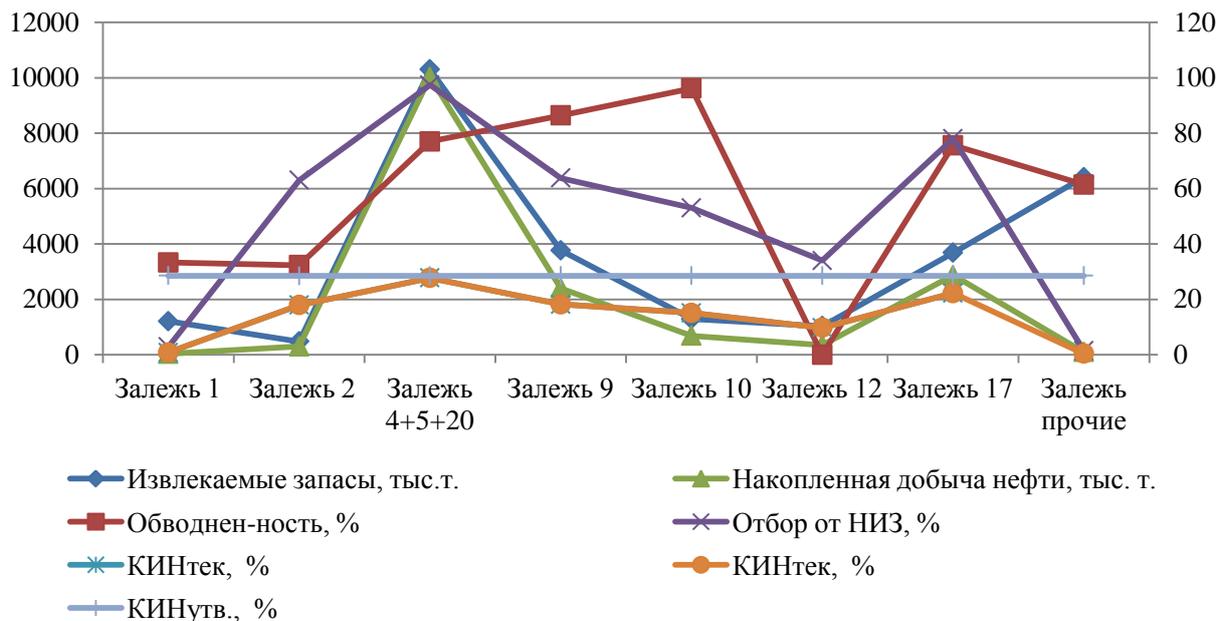


Рисунок 5. Показатели выработки запасов по залежам объекта ЮС<sub>1</sub>

Зависимость КИН от прокачки приведенная по залежам (Рисунок 6), показала, что самыми неблагоприятными характеристиками вытеснения обладают залежи 10 и 12. Эти залежи представлены, в основном, двумя типами разрезов: тип 3, для которого характерно частое переслаивание, с доминированием пород коллекторов в разрезе, и тип 2, характеризующийся частым переслаиванием, с доминированием пород неколлекторов в разрезе.

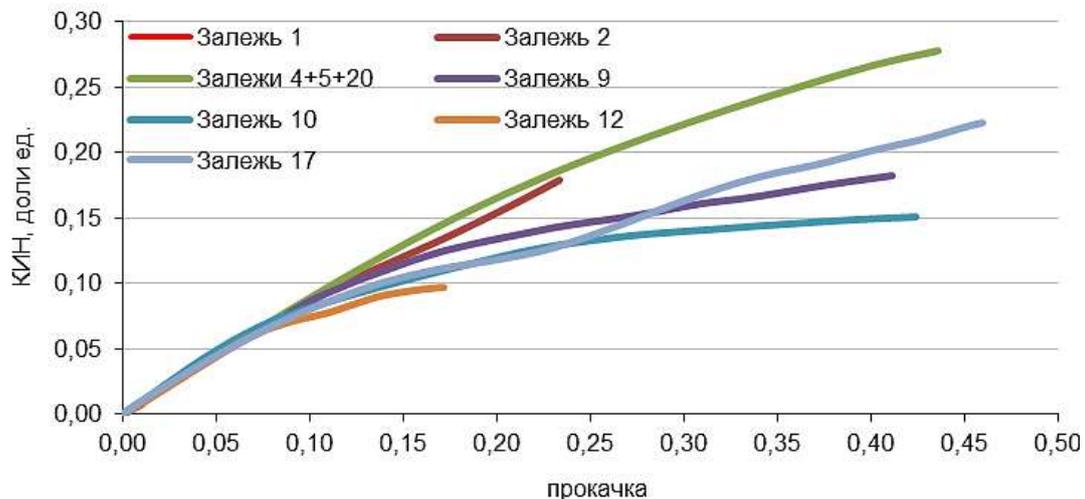


Рисунок 6. Сопоставление характеристик вытеснения по основным залежам объекта ЮС<sub>1</sub>

Самыми благоприятными характеристиками вытеснения обладает группа залежей залежи 4+5+20. Залежи характеризуются преобладанием 1 типа коллекторов (монолита и неравномерно слоистого). На данном этапе разработки объекта ЮС<sub>1</sub> необходимо предусмотреть выполнение мероприятий, адаптированных к геолого-физическим условиям залежей объекта для обеспечения выравнивания темпов выработки запасов, снижения темпов роста обводненности продуктивных пластов и рентабельность добычи нефти на более длительный период.

*Список литературы:*

1. Александров Д. В., Пешкова И. А., Венгалов В. М. Комплексный подход у изучению унаследованного формирования средневерхнеюрских отложений на примере объектов ЮС2, ЮС1Тевлинско-Русскинского лицензионного участка // Управление недрами как кросс-функциональный процесс: Материалы научно-практической конференции. М., 2021. С. 77.
2. Дополнение к проекту разработки Тевлинско-Русскинского месторождения. Тюмень, 2014.
3. Методические рекомендации по оценке качества геологических и фильтрационных моделей. М., 2006.
4. Методические рекомендации по проектированию разработки нефтяных и газонефтяных месторождений. М., 2007.
5. Сметанин А. Б. Уточнение геологической модели, пересчет запасов и ТЭО КИН Тевлинско-Русскинского месторождения. Тюмень, 2008.

*References:*

1. Aleksandrov, D. V., Peshkova, I. A., Vengalov, V. M. (2021). Kompleksnyi podkhod u izucheniyu unasledovannogo formirovaniya sredneverkhneyurskikh otlozhenii na primere ob"ektov YuS2, YuS1Tevlinsko-Russkinskogo litsenzionnogo uchastka. In *Upravlenie nedrami kak kross-funktional'nyi protsess: Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii*, Moscow. 77. (in Russian).
2. Dopolnenie k proektu razrabotki Tevlinsko-Russkinskogo mestorozhdeniya (2014). Tyumen', (in Russian).
3. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke kachestva geologicheskikh i fil'tratsionnykh modelei (2006). Moscow. (in Russian).
4. Metodicheskie rekomendatsii po proektirovaniyu razrabotki neftyanykh i gazoneftyanykh mestorozhdenii (2007). Moscow. (in Russian).
5. Smetanin, A. B. (2008). Utochnenie geologicheskoi modeli, pereschet zapasov i TEO KIN Tevlinsko-Russkinskogo mestorozhdeniya. Tyumen. (in Russian).

*Работа поступила  
в редакцию 25.04.2023 г.*

*Принята к публикации  
02.05.2023 г.*

*Ссылка для цитирования:*

Бiryukova O. N., Nanišvili O. A., Igenbaeva N. O. Особенности формирования верхнеюрских отложений на примере объекта ЮС<sub>1</sub> // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №6. С. 115-121. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/91/13>

*Cite as (APA):*

Biryukova, O., Nanishvili, O., & Igenbaeva, N. (2023). Peculiarities of the Formation of Upper Jurassic Deposits on the Example of the Object US<sub>1</sub>. *Bulletin of Science and Practice*, 9(6), 115-121. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/91/13>