

ПРОБЛЕМЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Оригинальная статья

УДК 553.98(571.1)

<https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2024-15-4.art1>**К вопросу о выборе наиболее эффективных видов исследований при прогнозировании и поиске крупных скоплений углеводородов на севере Западной Сибири**

С.А. Пунанова ✉

Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия

Аннотация. *Актуальность.* Направления работ по выбору и рекомендации по внедрению эффективных видов исследований при поиске углеводородного сырья являются актуальными, так как выявленные закономерности дают основания для возможности прогноза скоплений нефти и газа в мегарезервуарах осадочных отложений, что способствует увеличению ресурсной базы региона. *Цель работы.* Анализ и систематизация связи основных параметров залежи, таких как эффективный объем коллектора и коллекторские свойства – проницаемость и пористость – с величиной геологических запасов, а также выработка методических рекомендаций по программе видов исследования. *Материалы и методы.* Геолого-промысловые характеристики залежей мезозойских нефтегазоносных комплексов Западной Сибири: фильтрационно-емкостные свойства пород-коллекторов, их эффективный объем; балансовые запасы углеводородов 2022 года. Статистический анализ особенностей связи геологических параметров залежей с масштабностью месторождений для каждого комплекса, интерпретация данных анализа Rock-Eval. *Результаты.* Обобщены исследования по оценке геохимических особенностей и масштабности скоплений углеводородов в мезозойских нефтегазоносных комплексах северных регионов Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. Выявлены связи геологических запасов месторождений с тектоническими, палеофациальными и геохимическими особенностями отложений, а также с основными характеристиками коллектора. Проведена оценка перспективных объектов на основании геохимических исследований и при учете данных о масштабности скоплений углеводородов. *Выводы.* На основе установленных зависимостей могут быть оценены перспективы обнаружения мегарезервуарных скоплений углеводородов и наиболее результативные виды исследований.

Ключевые слова: геологические запасы, углеводороды, виды исследования, Западно-Сибирский нефтегазоносный бассейн, коллекторы, нефтегазоносные комплексы, залежи

Финансирование: работа выполнена в рамках государственного задания ИПНГ РАН (тема № 122022800253-3).

Для цитирования: Пунанова С.А. К вопросу о выборе наиболее эффективных видов исследований при прогнозировании и поиске крупных скоплений углеводородов на севере Западной Сибири // Актуальные проблемы нефти и газа. 2024. Т. 15, № 4. С. 323–337. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2024-15-4.art1>

✉ Пунанова Светлана Александровна, e-mail: punanova_s@ipng.ru

© Пунанова С.А., 2024



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

Введение

В настоящее время задача поддержания добычи нефти и газа на высоком уровне усложняется год от года, отчего проведенный в работе анализ минерально-сырьевой базы мезозойских нефтегазоносных комплексов (НГК) на основе типизации скоплений углеводородов (УВ) по величине начальных запасов с выяснением причин разномасштабности месторождений и залежей представляется актуальным, своевременным и имеет большое научное и практическое значение. Целью исследования является анализ и систематизация связи основных параметров залежи, таких как эффективный объем коллектора и коллекторские свойства – проницаемость и пористость – с величиной геологических запасов. Для решения представленной задачи, опираясь на литературные данные и результаты собственных работ, обобщены и систематизированы материалы по геологическим запасам УВ скоплений в мезозойских НГК Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна (НГБ). В работе использованы материалы Государственных балансов полезных ископаемых Российской Федерации на 01.01.2022. Учтены геологические запасы (категорий А+В+С1) жидких УВ (нефть+конденсат, тыс. т) и газообразных УВ (свободный газ, конденсатосодержащий газ, растворенный газ, млн м³). Для унификации оценок запасы по газообразным УВ, приведенные в млн м³, пересчитывались с учетом плотности газа в тыс. т. В соответствии с классификацией запасов*, месторождения

по величине начальных запасов (тыс. т) расчленяются на 4 группы: I – мелкие (от менее 5 000 до 15 000), II – средние (15 000–60 000), III – крупные (60 000–300 000) и IV – уникальные (более 300 000). Залежи с запасами более 1 млрд т условного топлива относятся к гигантским скоплениям (по классификации ОАО «Газпром»).

Исследования по выявлению благоприятных факторов генерации скоплений с высокими геологическими запасами в мегарезервуарах проводились неоднократно. Так, на примере уникальных и крупных по геологическим запасам месторождений Енисей-Хатангского регионального прогиба установлена связь величины геологических запасов с эффективным объемом ловушки [1]. На основе обобщения фактического материала по 26 крупнейшим мировым месторождениям нефти и газа выявлена связь крупности запасов с такими количественными геологическими параметрами как площадь, фильтрационно-емкостные свойства коллекторов, а также качественными – литологический состав коллекторов, состав и мощность флюидоупоров [2].

Результаты и обсуждение

Статистические данные о масштабности скоплений НГК северных регионов Западно- Сибирского НГБ

Рассмотрим статистические закономерности распределения масштабности скоплений, сводные данные о коллекторах юрских и меловых НГК, а также характеристику связи геологических запасов с эффективным объемом и емкостными свойствами коллекторов.

* Приказ Минприроды России от 01.11.2013 № 477 «Об утверждении Классификации запасов и ресурсов нефти и горючих газов». Зарегистрировано в Минюсте России 31.12.2013 № 30943), вступил в силу 01.01.2016.

В табл. 1 показаны свойства коллекторов юрско-меловых НГК и их эффективный объем. Сравнение исследуемых характеристик свидетельствует о том, что связь запасов УВ в юрских НГК с пористостью, проницаемостью и эффективным объемом коллекторов проявляется относительно четко. Отмечается, что нижнесреднеюрский коллектор

по средним категориям запасов имеет больший эффективный объем, чем верхнеюрский. Максимальны эффективные объемы коллекторов уникальных по запасам залежей УВ, фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) отложений увеличиваются (пористость и проницаемость) для залежей с более крупными запасами.

Табл. 1. Характеристика коллекторов мезозойских нефтегазоносных комплексов и их эффективный объем

Table 1. Characteristics of reservoirs of Mesozoic oil and gas complexes and their effective volume

Нефтегазоносные комплексы	Свойства коллектора	Характеристики залежей средних, крупных, уникальных и гигантских по запасам месторождений УВ			
		Средние	Крупные	Уникальные	Гигантские
Верхний продуктивный	Эффективный объем коллектора, тыс. м ³	1 138 688,9–1 421 250	3 726 037,8–9 464 121,7	4 734 439,14–91 804 687,5	13 361 873,2–332 760 502,9
	Средняя пористость, доли ед.	0,18	0,22–0,24	0,15–0,31	0,17–0,28
	Средняя проницаемость, мкм ²	Нет данных	0,0526–0,10	0,001–0,489	0,024–0,36
Ачимовский	Эффективный объем коллектора, тыс. м ³	63 180–1 769 378	1 544 881,7–3 175 203,7	Отсутствуют залежи	7 788 795,1–131 308 660,4
	Средняя пористость, доли ед.	0,13–0,185	0,142–0,169		0,14–0,15
	Средняя проницаемость, мкм ²	0,000476–0,0145	0,00068–0,00123		0,00047
Верхнеюрский	Эффективный объем коллектора, тыс. м ³	4 906–1 182 441	203 198–4 545 318	Отсутствуют залежи	Отсутствуют залежи
	Средняя пористость, доли ед.	0,126–0,19	0,15–0,17		
	Средняя проницаемость, мкм ²	0,0028–0,17	0,06–0,14		
Нижнесреднеюрский	Эффективный объем коллектора, тыс. м ³	94 472–1 268 136	2 480 835–4 485 114	182 026–8 393 876	Отсутствуют залежи
	Средняя пористость, доли ед.	0,123–0,17	0,13–0,18	0,15–0,16	
	Средняя проницаемость, мкм ²	0,0006–0,01	0,02	0,01–0,33	

Источник: разработано автором с использованием данных [3]

Source: developed by the author using data from [3]

Коллекторы в нижнесреднеюрских отложениях по сравнению с верхнеюрскими характеризуются более высокой связью запасов с величинами пористости, особенно

в разряде крупных и уникальных по запасам месторождений. Диапазон изменения величин проницаемости более значителен для нижнесреднеюрского комплекса.

Верхний продуктивный комплекс обладает по всем категориям запасов существенно бóльшим эффективным объемом коллектора, чем ачимовский и юрские. Гигантские по запасам скопления УВ имеют и максимальные эффективные объемы коллекторов. Пористость и проницаемость по усредненным данным для отложений ачимовского комплекса отличаются очень низкими величинами, которые не связаны с величиной запасов. Отложения верхнего продуктивного комплекса характеризуются коллекторами с высокими емкостными свойствами (пористость до 0,3 долей ед., а проницаемость до 0,5 мкм²), которые увеличиваются в залежах с более высокими запасами. Характерной особенностью отложений верхнего продуктивного комплекса является угленасыщенность и высокая песчанистость, которая увеличивается в восточном и северо-восточном направлениях. В среднем на разведанных площадях доля коллекторов составляет 60–75% [3, 4].

Разномасштабные скопления и геолого-геохимическая ситуация региона

Анализ данных по балансам запасов и аналитического материала по региону свидетельствуют о том, что наиболее важными показателями перспективности региона являются геодинамический, палеофациальный и структурно-формационный. Учитывая такие тенденции, автором было обращено особое внимание именно на эти геологические процессы, а также исследовались геохимические характеристики исходных нефтематеринских свит, так как эти факторы контролируют развитие здесь наиболее крупных по геологическим запасам скоплений УВ [4].

Основные выводы исследований детально представлены в работах [3, 4].

Величины масштабности месторождений юрских НГК связаны со структурными особенностями региона. Была выявлена приуроченность уникальных и крупных по запасам месторождений к крупным положительным структурным элементам – мега- и мезовалам. Проявилась зависимость величин запасов от палеофациальной обстановки осадконакопления и толщин отложений, а также от катагенетической преобразованности исходного органического вещества (ОВ). Кроме того, было показано, что с увеличением стадийности преобразования ОВ (от МК₁ до МК₄ и АП₁) меняется соответственно и фазовое состояние залежей от нефтяной к газоконденсатнонефтяной, газоконденсатной и газовой.

В ачимовском комплексе основные процессы, контролирующие величины запасов, связаны с фациально-литологическим фактором, а именно стратиграфическими, палеобатиметрическими и морфологическими особенностями отложений. Ачимовские отложения являются самостоятельным НГК, который входит в состав неокомского продуктивного мегакомплекса [5, 6].

Характер распределения мегарезервуаров нефти и газа в верхнем продуктивном комплексе, который объединяет континентальные угленосные и прибрежно-морские фации отложений апта, альба и сеномана, детально прорабатывался нами и другими авторами [7–9]. Большое значение при констатации закономерностей размещения гигантских скоплений нефти и газа в верхнем продуктивном комплексе в северных регионах Западной Сибири отводится геодинамическим процессам. В ряде публикаций отмечается связь, т. е. коррелируемость, величин высот залежей и геологических запасов [4, 8].

На изучаемой территории главные нефтегазоматеринские толщи (НГМТ) связаны с меловыми, верхнеюрскими и нижнесреднеюрскими отложениями. В работах [10–12], приводятся сведения о НГМТ и высоких генерационных показателях как юрских, так и меловых отложений. В табл. 2 на основе обобщения фактического материала автором приведена геолого-геохимическая характеристика НГК региона – тип ОВ, литолого-формационные данные, стадийность катагенеза, толщины и глубины залегания.

Детально изученные в течение трех этапов работ по госбюджетной теме ИПНГ РАН (2022–2024 гг.) НГК

нижнесреднеюрских, верхнеюрских и меловых (ачимовский и верхний продуктивный комплекс – апт, альб, сеноман) отложений северных регионов Западной Сибири по величине геологических запасов, их связи с основными характеристиками коллектора (эффективным объемом и фильтрационно-емкостными свойствами – пористостью и проницаемостью), с литофациальными, катагенетическими и структурными особенностями региона являются самостоятельными, имеющими высокогенерационные НГМТ; и, вероятно, величины геологических запасов в них обусловлены факторами, присущими индивидуально каждому комплексу [4, 13, 14].

Табл. 2. Геолого-геохимическая характеристика мезозойских нефтегазоносных комплексов
Table 2. Geological and geochemical characteristics of Mesozoic oil and gas complexes

Газонефте-носные комплексы	Тип ОВ и содержание $C_{орг}$	Формации	Стадии катагенеза, R^o , %	Толщина формации, м	Глубины залегания, м
Верхний продуктивный комплекс $K_1^a - K_2^s$	<u>Гумусовый*</u> , сапропелево-гумусовый $C_{орг} = 1,2-3,0$	Прибрежно-континентальная, песчано-алеврито-глинистая, серо- и темноцветная; субугленосная	PK_2-PK_3 0,3–0,65	950–1150	500–2350
Ачимовский комплекс K_1^b-v	<u>Сапропелево-гумусовый</u> $C_{орг} = 0,61-4,0$	Мелководно-и прибрежно-морская, песчано-глинистая, серо-цветная	MK_1-MK_2 0,65–0,8	100–500	2500–3800
Верхнеюрский комплекс J_3	<u>Сапропелевый</u> , гумусово-сапропелевый $C_{орг} = 3,0$	Мелководно-морская, песчано-глинистая, сероцветная	MK_2 0,65–0,85	50–400	2500–3950
Нижнесреднеюрский J_{1-2}	<u>Гумусовый</u> , сапропелево-гумусовый $C_{орг} = 3,0$	Прибрежно-морская и континентальная; сероцветная; песчано-алеврито-глинистая; субугленосная	MK_3 0,85–1,15	500–2000	2900–5500

*Подчеркнут доминирующий тип ОВ.

Источник: Пунанова С.А. Мегарезервуарные скопления углеводородов в апт-сеноманских отложениях Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна // Рассохинские чтения. Ухта: УГТУ, 2024. С. 44–48.

Source: Punanova S.A. Megaserervoir hydrocarbon accumulations in the Apt–Cenomanian sediments of the West Siberian oil and gas basin. In: *Rassokhin Readings*. Ukhta: UGTU, 2024. P. 44–48. (In Russ.).

Как же можно объяснить отсутствие унаследованности и преемственности величин запасов в отложениях двух нефтегазоносных комплексов юры? Возможно, главная причина различия масштабности скоплений связана с резкой перестройкой структурного плана на границе средней юры, а также со значительной глинизацией отложений верхней юры и ухудшением их коллекторских свойств в северо-западном направлении. Именно в этом направлении отмечается уменьшение активного объема коллекторов и ухудшаются их ФЕС. Кроме того, в отличие от баженовской свиты центральных районов Западной Сибири, сланцевых, высокоуглеродистых образований, верхнеюрское ОВ северного арктического региона содержит примесь террагенной органики и характеризуется окисленностью в диагенезе, что не может не сказаться на свойствах генерированных нефтей и конденсатов [3, 4].

***Обоснование перспектив
нефтегазоносности
рекомендованных объектов;
программа видов работ и
методов исследования***

Апробация научно-методических решений прогноза поисков мегарезервуарных скоплений нефти и газа проведена на нескольких площадях Ямальской и Южно-Карской нефтегазоносных областей. На основании существующей продуктивности и результатов пиролиза ОВ пород, выполненных методом Rock-Eval, (аналитические данные Скоробогатова В.А.) намечены перспективные объекты. Представляют интерес в плане выявления крупных скоплений УВ доюрские и палеозойские отложения на площадях Восточно-Бованенковская и Тарминская и нижнесреднеюрские и доюрские отложения, также, включая и палеозойские, на площадях

Малыгинская и Сядорская. Обзорная схема и перспективные объекты показаны на рис. 1 (на схеме выделены красными линиями, названия месторождений – красным цветом).

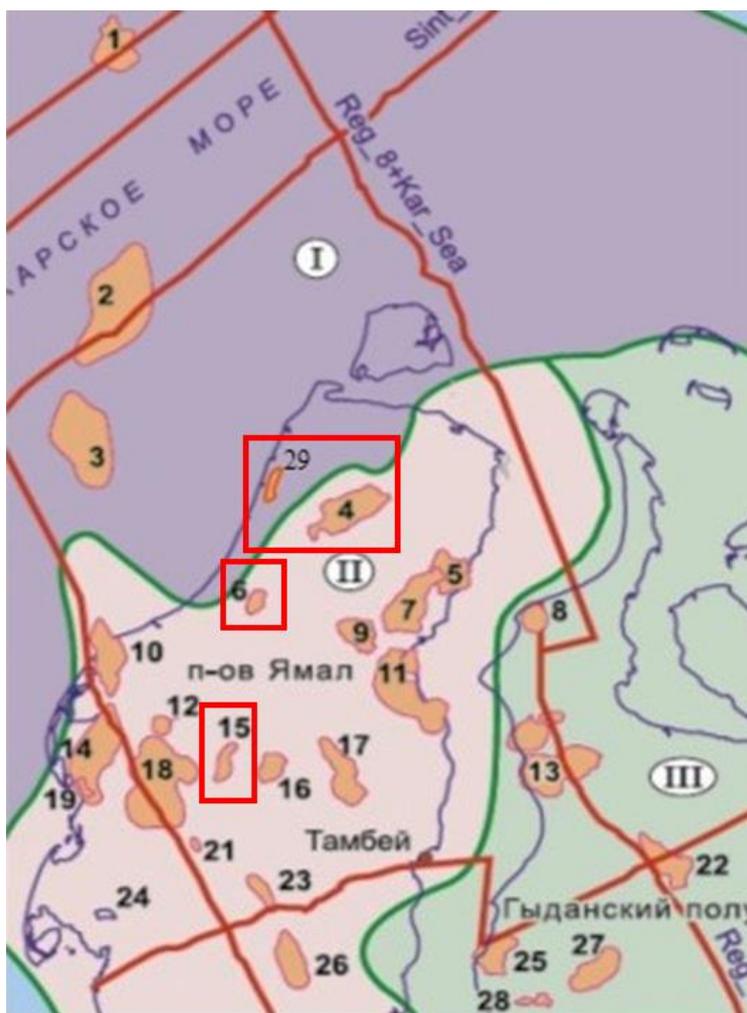
Возможность высоких перспектив обнаружения скоплений УВ в доюрских и нижнесреднеюрских и палеозойских отложениях на рекомендованных перспективных объектах обосновывается следующими благоприятными показателями (рис. 2):

1. Величинами T_{\max} (та температура, при которой выход УВ на пике наиболее интенсивен, эти величины отбивают на графиках зоны генерации нефтяных, газоконденсатных и газовых скоплений), см. рис. 2а. ОВ отложений на рекомендованных площадях приурочено на значительных глубинах (3700 м) к зоне «нефтяного окна» (T_{\max} до 465 °С) или к зоне НГК скоплений на глубинах 4000 м (T_{\max} до 480 °С).

2. Типами ОВ отложений – сапропелево-гумусовым и гумусово-сапропелевым (см. рис. 2б).

3. Стадийностью катагенетического преобразования ОВ (график Коннона–Кассоу – см. рис. 2в) – зоны слабой и средней степени преобразованности.

На площадях Малыгинская и Сядорская разрабатываются залежи в $K_{1ач}$ и в J_{1-2} отложениях (в последних – уникальные по запасам скопления). Исходя из геохимических данных (ОВ в ачимовских отложениях на площадях Малыгинская и Сядорская соответствует зоне «нефтяного окна» на глубинах до 3800 м, отложения имеют высокий генерационный потенциал, гумусово-сапропелевый тип ОВ), на этих площадях прогнозируется обнаружение как нефтяных скоплений, так и НГК в зоне более повышенных палеотемператур на больших глубинах в доюрских и палеозойских комплексах.



Нефтегазоносные области:

I – Южно-Карская

II – Ямальская

III – Гыданская

Месторождения:

1. Победа

2. Русановское

3. Ленинградское

4. Малыгинское

5. Тасинское

6. Сядорское

7. Сев. Тамбейское

8. Штормовое

9. Зап. Тамбейское

10. Харасавэйское

11. Южно-Тамбейское

12. Сев. Бованенковское

13. Салмановское

14. Крузенштернское

15. Восточно-Бованенковское

16. Верхнетиутейское

17. Зап. Сеяхинское

18. Бованенковское

19. Южно- Крузенштернское

20. Ладертойское

21. Нерстинское

22. Гыданское

23. Нейтинское

24. Байдарацкое

25. Геофизическое

26. Арктическое

27. Солетское+Ханавейское

28. Восточно-Бугорское

29. Тарминское

Рис. 1. Обзорная схема Карско-Ямальского региона с рекомендованными автором перспективными объектами (показано красным цветом)

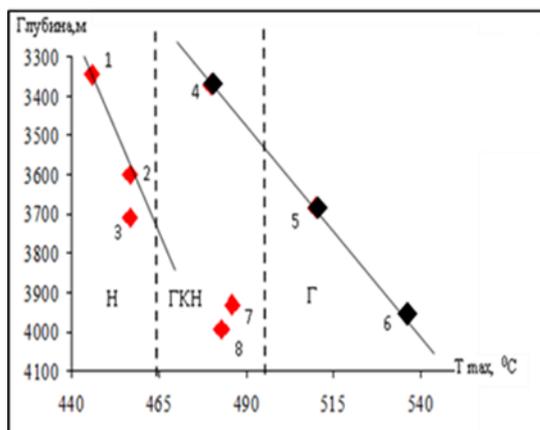
Fig. 1. Overview map of the Kara-Yamal region with promising objects recommended by the author (shown in red)

Источник: адаптировано из [15]/Source: adapted from [15]

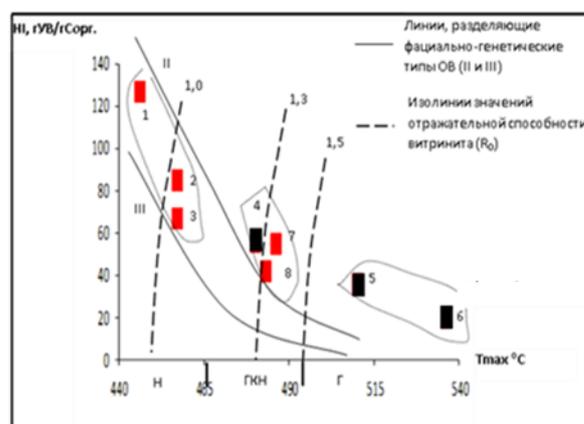
На Восточно-Бованенковской (уникальные по запасам скопления в J_{1-2} отложениях и гигантские в $K_{1ач}$) и Тарминской площадях (на глубинах 3600–3700 м дифференцируются в нефтяной зоне) прогнозируются НГК и газовые скопления на больших глубинах в доюрском комплексе, включая палеозойский.

Проведенный анализ интенсивности генерации газообразных УВ в нижнеюрских

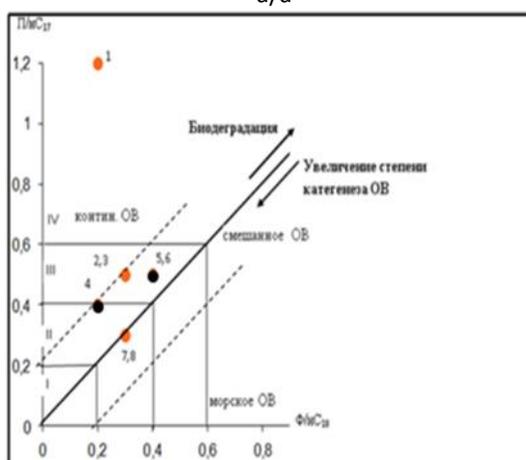
отложениях ($\text{млн м}^3/\text{км}^2$), использование результатов расчетов интенсивности эмиграции жидких УВ ($\text{тыс. т}/\text{км}^2$) нижнесреднеюрскими отложениями северных регионов Западно-Сибирского НГБ для выбора наиболее перспективных локальных объектов в доюрском и юрском комплексах региона, выполненный ранее, может подтвердить перспективность выбранных объектов [16]).



а/а



б/б



в/в

Зоны аккумуляции УВ скоплений:

- Н – нефтяных
- ГКН – газоконденсатнонефтяных
- Г – газовых

HI – индекс водорода

Площади:

- 1. Малыгинская (К₁ач.)
- 2. Сядорская (К₁ач.)
- 3. Тарминская (J₁₋₂)
- 4–6. Харасавэйская (J₁₋₂)
- 7, 8. Восточно-Бованенковская (J₁₋₂)

Рис. 2. Геохимическая характеристика ОВ ачимовских и юрских отложений (УВ соотношения и результаты пиролиза):

а – зависимость T_{max} от глубины залегания отложений на различных площадях (зоны нахождения нефтяных, газоконденсатнонефтяных и газовых скоплений);

б – зависимость индекса водорода от T_{max}

в – отношение изопrenoидов и нормальных алканов как показатель степени термической зрелости ОВ пород (график Коннона–Кассоу)

Fig. 2. Geochemical characteristics of the organic matter of the Achimov and Jurassic deposits (hydrocarbon ratios and pyrolysis results):

a – dependence of T_{max} on the depth of deposits in different areas (zones of oil, gas condensate–oil and gas accumulations);

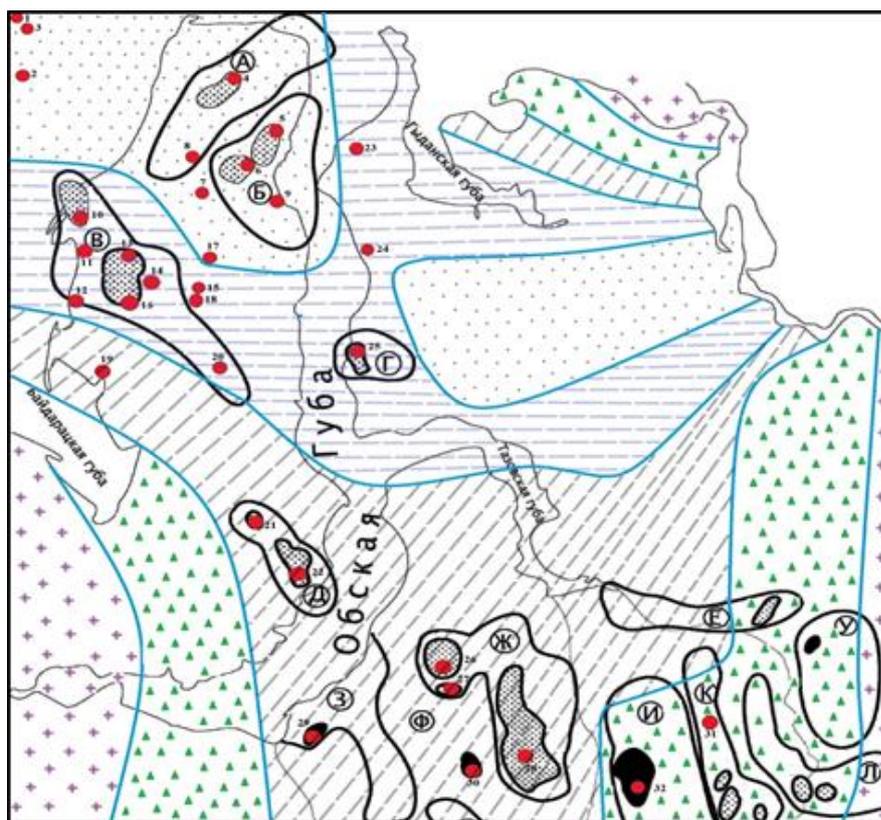
b – dependence of the hydrogen index on T_{max}

c – ratio of isoprenoids and normal alkanes as an indicator of the degree of thermal maturity of the organic matter of rocks (Connan–Cassou)

На рис. 3 изображена схема-модель, иллюстрирующая интенсивность генерации газообразных УВ [17]).

По масштабам эмиграции жидких и газообразных УВ в Западно-Арктической акватории (для Южно-Карского региона) установлена максимальная плотность эмиграции, приуроченная к глинистым

отложениям нижнесреднеюрского возраста, которая составила 11 млн т/км² нефти и 7 млрд м³ газа. Таким образом, перспективные рекомендованные объекты характеризуются по нижнеюрским отложениям высокой величиной интенсивности генерации газообразных УВ и эмиграции жидких и газообразных УВ.



● месторождения УВ

Тип залежи: ● нефтяная ● газоконденсатнонефтяная ● газоконденсатная

Структурные элементы: А – Северо-Ямальский мегавал
 Б – Средне-Ямальский мегавал
 В – Бованенковско-Нурминский наклонный мегавал
 Г – Геофизический мезовал
 Д – Южно-Ямальский мезовал

Зоны величин интенсивности генерации газообразных УВ (млн м³/км²):



Рис. 3. Схема-модель интенсивности генерации газообразных УВ в нижнеюрских отложениях

Fig. 3. Schematic model of the intensity of generation of gaseous hydrocarbons in the Lower Jurassic deposits

Источник: адаптировано из [16] по аналитическим данным [17], структурные элементы по [18]

Source: adapted from [16] based on analytical data from [17], structural elements from [18]

Методические рекомендации по программе видов исследования

1. Детальное изучение геолого-геофизических материалов объектов выбранных месторождений (разрезы, профили, результаты сейсморазведки, магниторазведки и др.).

2. Оценка тектонической и палеофациальной обстановок.

3. Детальное изучение масштабов скоплений по балансам запасов 2023–2024 гг.

4. Количественные значения площади (объема) резервуара, высоты залежи, ФЕС коллекторов.

5. Качественная и количественная оценка надежности флюидоупора (состав, толщина, наличие нарушений или проницаемых прослоев).

6. Отбор и изучение керна юрских и доюрских отложений.

7. Геохимическая характеристика нефтегазоматеринских свит, их генерационный потенциал: пиролиз Rock-Eval, микроэлементный, битуминологический, хроматографический, хромато-масспектрометрический анализы, стадийность катагенеза, тип ОВ.

8. Построение моделей месторождения с охватом глубоких горизонтов: литофациальной, структурной, петрофизической, геохимической, геофлюидальной.

Заключение

Нефтегазоносные комплексы нижне-среднеюрских, верхнеюрских и меловых (ачимовский и верхний продуктивный комплекс – апт, альб, сеноман) отложений северных регионов Западной Сибири по величине геологических запасов являются самостоятельными, способными генерировать большие количества УВ скоплений в мегарезервуарах осадочного бассейна. Это научно-практическое положение обосновано в результате обобщения и систематизации данных по геологическим запасам УВ всех рассмотренных комплексов с привязкой гигантских, уникальных и крупных по геологическим запасам залежей к ФЕС коллекторов, а также к литолого-фациальным, катагенетическим, тектоническим и геодинамическим особенностям процессов нефтегазогенерации и аккумуляции нефти и газа на изучаемой территории.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Результаты проведенных работ можно использовать для выбора наиболее эффективных видов исследований при прогнозировании и поиске крупных скоплений УВ. Очевидно, что для каждого комплекса это будут определенные и специфические научно-методические приемы, направленные на поиск в них мегарезервуарных скоплений.

Юрские отложения $J_{1-2}-J_3$ – палеофациальный анализ, тектонико-структурный, изучение ФЕС отложений; K_1 (ачимовский комплекс) – литолого-фациальный анализ (палеобатиметрический, морфоструктурный, клиноформный), сейсмические профили с выявлением сейсмических образований; K_{1-2} (верхний продуктивный комплекс, апт, альб, сеноман) – геоструктурный анализ с выявлением высот ловушек. Нефтегенерационный потенциал мезозойских отложений в данном возрастном интервале был достаточно высок и мог генерировать большие запасы УВ, несмотря на различия исходных характеристик – тип ОВ и его катагенетическую преобразованность.

Апробация научно-методических решений прогноза поисков мегарезервуарных скоплений проведена на нескольких перспективных объектах. Представляют интерес в плане выявления крупных скоплений УВ площади Малыгинская, Сядорская, Восточно-Бованенковская и Тарминская. На этих площадях прогнозируются крупные скопления УВ в глубоких горизонтах – в доюрских, возможно палеозойских. Разработана программа видов работ и методов исследования для оценки перспективности выбранных объектов.

Список источников

1. Сидорчук Е.А., Добрынина С.А. Характеристика природных мегарезервуаров Енисей-Хатангского регионального прогиба с позиции поиска месторождений углеводородов // Экспозиция Нефть Газ. 2024. № 6(107). С. 23–27. <https://doi.org/10.24412/2076-6785-2024-6-23-27>
2. Шустер В.Л. Научные основы прогноза и поисков крупных скоплений углеводородов // Актуальные проблемы нефти и газа. 2023. Вып. 3(42). С. 88–96. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2023-42.art6>
3. Пунанова С.А., Добрынина С.А. О геолого-геохимических особенностях скоплений углеводородов с разными запасами в меловых отложениях Западной Сибири // Экспозиция Нефть Газ. 2024. № 8(109). С. 34–40. <https://doi.org/10.24412/2076-6785-2024-8-34-40>
4. Пунанова С.А. Масштабность скоплений углеводородов в нефтегазоносных отложениях Западной Сибири и причины ее изменчивости // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2024. № 7(391). С. 5–13.
5. Бородкин В.Н., Смирнов О.А. Морфотипы клиноформных образований неокома севера Западно-Сибирской низменности с учетом особенностей седиментационных процессов // Георесурсы. 2023. Т. 25, № 3. С. 4–12. <https://doi.org/10.18599/grs.2023.3.2>
6. Конторович В.А., Аюнова Д.В., Гусева С.М. и др. Сейсмогеологическая характеристика осадочных комплексов и нефтегазоносность Ямальской, Гыданской и Южно-Карской нефтегазоносных областей (Арктические регионы Западной Сибири, шельф Карского моря) // Геофизические технологии. 2018. № 4. С. 10–26. <https://doi.org/10.18303/2619-1563-2018-4-3>
7. Шиманский В.В., Танинская Н.В., Низяева И.С. и др. Палеогеографические реконструкции юрских отложений Западной Сибири // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2024. Т. 19, № 1. С. 3. URL: https://www.ngtp.ru/rub/2024/1_2024.html (дата обращения: 14.10.2024).
8. Карагодин Ю.Н. Пространственно-временные закономерности концентраций гигантских скоплений нефти и газа Западной Сибири (системный подход) // Георесурсы. 2006. № 1(18). С. 28–30.
9. Жилина И.В., Кузнецов Р.О. Нефтегазоносность верхнеюрских и меловых отложений Западной Сибири и дизъюнктивная тектоника // Актуальные проблемы нефти и газа. 2022. Вып. 4(39). С. 58–67. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2022-39.art5>
10. Высоцкий В.И., Скоробогатов В.А. Гигантские месторождения углеводородов России и мира. Перспективы новых открытий // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2021. № 1–6(175). С. 20–25.
11. Сидоров Д.А., Сокольникова А.А., Фищенко А.Н. и др. Моделирование нефтегазовых систем восточного борта Западно-Сибирского бассейна на юго-востоке Ямало-Ненецкого автономного округа // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2023. Т. 18, № 1. С. 11. URL: https://www.ngtp.ru/rub/2023/5_2023.html (дата обращения: 14.10.2024).
12. Борисова Л.С., Фомин А.Н., Ярославцева Е.С. Геохимическая характеристика состава органического вещества (керогена) юрских отложений северных районов Среднего Приобья // Георесурсы. 2020. Т. 22, № 3. С. 21–27. <https://doi.org/10.18599/grs.2020.3.21-27>
13. Фурсенко Е.А., Бурухина А.И., Ким Н.С., Родченко А.П. Современные представления о геохимии органического вещества и нафтидов мезозойских отложений арктических

районов Западной Сибири // Геохимия. 2021. Т. 66, № 12. С. 1077–1105. <https://doi.org/10.31857/S0016752521120025>

14. *Скоробогатов В.А.* Крупнейшие, гигантские и уникальные осадочные бассейны мира и их роль в развитии газовой промышленности в XXI веке // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2018. № 10(82). С. 126–141.

15. *Конторович В.А.* Модель геологического строения и перспективы нефтегазоносности неокомских (*берриас-нижнеаптских*) отложений арктических регионов Западной Сибири и шельфа Карского моря // Геология и геофизика. 2020. Т. 61, № 12. С. 1735–1755. <https://doi.org/10.15372/GiG2020154>

16. *Шустер В.Л., Пунанова С.А.* Перспективы нефтегазоносности глубокозалегающих юрских и доюрских отложений севера Западной Сибири в нетрадиционных ловушках // Георесурсы. 2021. Т. 23, № 1. С. 30–41. <https://doi.org/10.18599/grs.2021.1.3>

17. *Бостриков О.И., Ларичев А.И., Фомичев А.С.* Геохимические аспекты изучения нижнесреднеюрских отложений Западно-Сибирской плиты в связи с оценкой их УВ-потенциала. Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2011. Т. 6, № 3. С. 1. URL: https://ngtp.ru/rub/2011/31_2011.html (дата обращения: 14.10.2024).

18. *Фомин А.Н., Конторович А.Э., Красавчиков В.О.* Катагенез органического вещества и перспективы нефтегазоносности юрских, триасовых и палеозойских отложений северных районов Западно-Сибирского мегабассейна // Геология и геофизика. 2001. Т. 42, № 11–12. С. 1875–1887.

Информация об авторе

Светлана Александровна Пунанова – д.г.-м.н., главный научный сотрудник, Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия; SPIN-код: 3691-7142, <https://orcid.org/0000-0003-2022-2906>; e-mail: punanova_s@ipng.ru

Поступила в редакцию 13.11.2024

STRATEGIC PLANNING ISSUES OF OIL AND GAS INDUSTRY

Original article

<https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2024-15-4.art1>**On the issue of choosing the most effective types of research in forecasting and searching for large hydrocarbon accumulations in the north of Western Siberia****S.A. Punanova** ✉

Oil and Gas Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. *Background.* The areas of work on the selection and recommendations for the deployment of the effective types of research in hydrocarbon exploration are relevant, because the identified regularities provide the possibility of forecasting oil and gas accumulations in the megareservoirs of sedimentary deposits, which contributes to the increase of the resource base of the region. *Objective.* Analysis and systematization of the relationship of the main parameters of the deposit, such as effective reservoir volume and reservoir properties – permeability and porosity – with the value of geological reserves, as well as the development of methodological guidelines for the program of the research types. *Materials and methods.* Geological and field characteristics of the deposits of the Mesozoic oil and gas complexes of Western Siberia: porosity and permeability of reservoir rocks; their effective volume; balance hydrocarbon reserves in 2022. Statistical analysis of the peculiarities of the relationship between geological parameters of the deposits and the scale of the deposits for each complex; interpretation of the Rock-Eval analysis data. *Results.* The research on the assessment of the geochemical features and the scale of hydrocarbon accumulations in the Mesozoic oil and gas complexes of the northern regions of the West Siberian oil and gas basin is summarized. The relations of geological reserves of deposits with tectonic, paleofacial and geochemical features of sediments, as well as with the main reservoir characteristics are revealed. The prospective objects are evaluated on the basis of geochemical studies and considering the data on the scale of hydrocarbon accumulations. *Conclusions.* Prospects for detection of megareservoir accumulations of hydrocarbons and the most productive types of research can be assessed on the basis of the established dependencies.

Keywords: geological reserves, hydrocarbons, types of research, West Siberian oil and gas basin, reservoirs, oil and gas complexes, deposits

Funding: the work was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (State Assignment No. 122022800253-3).

For citation: Punanova S.A. On the issue of choosing the most effective types of research in forecasting and searching for large hydrocarbon accumulations in the north of Western Siberia. *Actual Problems of Oil and Gas*. 2024. Vol. 15, No. 4. P. 323–337. (In Russ.). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2024-15-4.art1>

✉ Svetlana A. Punanova, e-mail: punanova_s@ipng.ru

© Punanova S.A., 2024



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Conflict of interests

The author declares no conflict of interests.

References

1. Sidorchuk E.A., Dobrynina S.A. Characteristics of natural megareservoirs of the Yenisei-Khatanga regional trough from a hydrocarbon prospecting perspective. *Exposition Oil Gas*. 2024. No. 6(107). P. 23–27. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2076-6785-2024-6-23-27>
2. Shuster V.L. Scientific foundations of forecasting and searching for large accumulations of hydrocarbons. *Actual Problems of Oil and Gas*. 2023. No. 3(42). P. 88–96. (In Russ.). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2023-42.art6>
3. Punanova S.A., Dobrynina S.A. On the geological and geochemical features of hydrocarbon accumulations with different reserves in the Cretaceous deposits of Western Siberia. *Exposition Oil Gas*. 2024. No. 8(109). P. 34–40. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2076-6785-2024-8-34-40>
4. Punanova S.A. The scale of hydrocarbon accumulations in the oil and gas-bearing sediments of the Western Siberia and the causes of its variability. *Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Fields*. 2024. No. 7(391). P. 5–13. (In Russ.).
5. Borodkin V.N., Smirnov O.A. Morphotypes of Neocomian clinoform formations in the North of the West Siberian Lowland taking into account the features of sedimentation processes. *Georesursy*. 2023. Vol. 25, No. 3. P. 4–12. (In Russ.). <https://doi.org/10.18599/grs.2023.3.2>
6. Kontorovich V.A., Ayunova D.V., Guseva S.M. et al. Seismic and geological characteristics of sedimentary sequences and petroleum potential of the Yamal, Gydan and South Kara petroleum areas (Arctic regions of West Siberia, the Kara Sea shelf). *Russian Journal of Geophysical Technologies*. 2018. No. 4. P. 10–26. (In Russ.). <https://doi.org/10.18303/2619-1563-2018-4-3>
7. Shimansky V.V., Taninskaya N.V., Nizyaeva I.S. et al. Paleogeographic reconstructions of Jurassic strata of Western Siberia. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2024. Vol. 19, No. 1. P. 3. (In Russ.). URL: https://www.ngtp.ru/rub/2024/1_2024.html (accessed 14.10.2024).
8. Karagodin Yu.N. Spatio-temporal patterns of concentrations of giant oil and gas accumulations in Western Siberia (systemic approach). *Georesursy*. 2006. No. 1(18). P. 28–30. (In Russ.).
9. Zhilina I.V., Kuznetsov R.O. Oil and gas content of the Upper Jurassic and Cretaceous deposits of Western Siberia and fault tectonics. *Actual Problems of Oil and Gas*. 2022. No. 4(39). P. 58–67. (In Russ.). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2022-39.art5>
10. Vysotsky V.I., Skorobogatov V.A. Giant hydrocarbon fields of Russia and the world. Prospects for new discoveries. *Mineral Resources of Russia. Economics & Management*. 2021. No. 1–6(175). P. 20–25. (In Russ.).
11. Sidorov D.A., Sokolnikova A.A., Fishchenko A.N. et al. Modeling of petroleum systems of the eastern limit of the Western Siberian basin in the south-east of the Yamal-Nenets Autonomous District. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2023. Vol. 18, No. 1. P. 11. (In Russ.). URL: https://www.ngtp.ru/rub/2023/5_2023.html (accessed 14.10.2024).
12. Borisova L.S., Fomin A.N., Yaroslavtseva E.S. Geochemical features of the organic matter from Jurassic sediments of the Nadym-Taz interfluvium. *Georesursy*. 2020. Vol. 22, No. 3. P. 21–27. <https://doi.org/10.18599/grs.2020.3.21-27>

13. Fursenko E.A., Burukhina A.I., Kim N.S., Rodchenko A.P. Current understanding of the geochemistry of organic matter and naphthydes in Mesozoic rocks of Arctic Western Siberia. *Geochemistry International*. 2021. Vol. 59, No. 12. P. 1113–1141. <https://doi.org/10.1134/S0016702921120028>
14. Skorobogatov V.A. The largest, giant and unique sedimentary basins of the world and their role in the development of the gas industry in the 21st century. *Business Magazine Neftegaz.RU*. 2018. No. 10(82). P. 126–141. (In Russ.).
15. Kontorovich V.A. A model of the geological structure and the oil and gas prospects of Neocomian (Berriasian–lower Aptian) sediments of the West Siberia Arctic regions and the Kara Sea shelf. *Russian Geology and Geophysics*. 2020. Vol. 61, No. 12. P. 1429–1447. <https://doi.org/10.15372/RGG2020154>
16. Schuster V.L., Punanova S.A. Oil and gas potential of the deep-lying Jurassic and pre-Jurassic deposits of the North of Western Siberia in unconventional traps. *Georesursy*. 2021. Vol. 23, No. 1. P. 30–41. (In Russ.). <https://doi.org/10.18599/grs.2021.1.3>
17. Bostrikov O.I., Larichev A.I., Fomichev A.S. Geochemical aspects of the study of Lower and Middle Jurassic deposits of the West Siberian Plate in connection with the assessment of their hydrocarbon potential. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2011. Vol. 6, No. 3. P. 1. (In Russ.). URL: https://ngtp.ru/rub/2011/31_2011.html (accessed 14.10.2024).
18. Fomin A.N., Kontorovich A.E., Krasavchikov V.O. Catagenesis of organic matter and petroleum potential of the Jurassic, Triassic, and Paleozoic deposits in the northern areas of the West Siberian megabasin. *Geologiya i geofizika*. 2001. Vol. 42, No. 11–12. P. 1875–1887. (In Russ.).

Information about the author

Svetlana A. Punanova – Dr. Sci. (Geol.-Min.), Chief Researcher, Oil and Gas Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-2022-2906>; e-mail: punanova_s@ipng.ru

Received 13.11.2024