



АРКТИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ГАЗОНЕФТЕНОСНОСТИ. ПЕРСПЕКТИВЫ НОВЫХ ОТКРЫТИЙ

Е.В. СКОРОБОГАТОВА

ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»
23, ул. Миклухо-Маклая, г. Москва 117997, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Приведен анализ геологического строения и газонефтеносности Арктической области Западной Сибири.

Цель. Оценить начальные потенциальные и неоткрытые ресурсы газа, а также вероятные открытия и приросты разведанных запасов за 2023—2040 гг.

Материалы и методы. Проанализированы особенности геологического строения и газонефтеносности недр арктических областей и регионов Западно-Сибирского мегабассейна и мегапровинции: Ямальной, Гыданской, Южно-Карской с губами (шельф), западной части Енисей-Хатангской: запасы углеводородов (УВ) — свободного газа, нефти и конденсата, размещение скоплений УВ-залежей в объеме осадочного юрско-мелового чехла (кайнозой-верхняя региональная покрывка), газонефтяная геостатистика и крупность месторождений и залежей.

Результаты. Проанализировано изучение недр Ямало-Карского и Гыдано-Енисейского регионов суши и шельфа, сделан прогноз и оценка начальных потенциальных и неоткрытых ресурсов газа, а также вероятные приросты разведанных запасов за 2023—2040 гг. Сравнительная ресурсная геостатистика суши и шельфа несколько преждевременна, но, по мнению большинства исследователей, на суше уже исключены неоткрытые гиганты (>0,3 трлн м³), а на шельфе возможны и сверхгигантские месторождения газа (уникальные исключены), но сколько их, возможно, будет — покажут только поисково-разведочные работы в максимально благоприятных структурно-тектонических условиях.

Заключение. Ямало-Карский регион станет крупнейшим стратегическим центром газодобычи Западной Сибири и России в целом, а Гыдано-Енисейский регион — тактическим по масштабу центром.

Ключевые слова: газ, нефть, Арктика, Ямал, Гыдан, шельф, поиски, месторождение, залежь, запасы, ресурсы, разлом, покрывка, уголь, перспективы

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Скоробогатова Е.В. Арктические области Западной Сибири. Сравнительный анализ геологического строения и газонефтеносности. Перспективы новых открытий. *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2022;64(5):54—63. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2022-64-5-54-63>

Статья поступила в редакцию 09.11.2022

Принята к публикации 12.12.2022

Опубликована 19.12.2022

ARCTIC REGIONS OF WESTERN SIBERIA. A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE AND GAS AND OIL PRESENCE. PROSPECTS FOR NEW DISCOVERIES

EKATERINA V. SKOROBOGATOVA

*Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia*

ABSTRACT

Introduction. An analysis of the geological structure and gas and oil presence of the Arctic region in Western Siberia is carried out.

Aim. To assess the potential and undiscovered gas resources, as well as to forecast prospects and potential of explored reserves for 2023–2040.

Materials and methods. The geological structure and gas and oil presence specific to Arctic regions and regions of Western Siberian megabasin and megaprovince, including Yamal, Gydan, Southern-Kara with bays (shelf) and western part of the Yenisei-Khatanga, were analysed. In these locations, hydrocarbon reserves (HC) of non-associated gas, crude and condensate, HC accumulations in the volume of a sedimentary Jurassic-Cretaceous cover (Cenozoic upper regional seal), oil-and-gas and geostatistics, as well as the scale of layers and deposits, were assessed.

Results. The resources of Yamal-Kara and Gydan-Yenisei land and shelf regions were assessed. A forecast was made concerning the potential and undiscovered gas resources, as well as possible increments of explored reserves for 2023–2040. The comparative resource geostatistics of the land and shelf appears to be somewhat premature. However, according to most researchers, land undiscovered giants (>0.3 trillion m^3) can be already excluded, while shelf supergiant gas fields are possible (unique ones are excluded). Nevertheless, their number can only be evaluated by prospecting and exploration in the most favourable structural and tectonic conditions.

Conclusion. The Yamal-Kara region can become the largest strategic gas production centre of both Western Siberia and Russia as a whole, while Gydan-Yenisei region can be a tactical centre.

Keywords: gas, oil, Arctic, Yamal, Gydan, shelf, prospecting, deposit, field, reserves, resources, fault, seal, coal, potential

Conflict of interest: the author declares that there is no conflict of interest.

Financial disclosure: no financial support was provided for this study.

For citation: Skorobogatova E.V. Arctic regions of Western Siberia. A comparative analysis of the geological structure and gas and oil presence. Prospects for new discoveries. *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2022;64(5):54–63. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2022-64-5-54-63>

Manuscript received 09 November 2022

Accepted 12 December 2022

Published 19 December 2022

Среди 12 осадочных бассейнов и мегабассейнов на территории России и окружающих ее арктических и дальневосточных морей крупнейшим по площади является Восточно-Сибирский мегабассейн и мегапровинция, богатейшим по газу и нефти — Западно-Сибирский мегабассейн и мегапровинция (ЗСМП/П).

За семь десятилетий изучения и освоения недр ЗСМП (1953—2022 гг.) в ее пределах открыто 935 месторождений углеводородов

(МУВ) — свободного газа (СГ) и нефти (Н), большинство НМ находится в центральных, западных и юго-восточных преимущественно и исключительно нефтеносных областях и районах (Среднеобской и др.). На севере и в Арктике число открытых МУВ не превышает 300.

В северных и арктических преимущественно газоносных частях мегапровинции выделяются регионы: Надым-Пур-Тазовский, Ямало-Карский (суша + шельф) и Гыдано-Енисейский (НПТР,

ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

ЯКР и ГЕР) с областями: Надым-Пурской и Пур-Тазовской (север, суша, газа больше, чем нефти), Ямальной, Гыданской и Енисей-Хатангской (Арктика, суша + шельф, в т.ч. Южно-Карская газоносная «морская» область — ЮКО). В арктических областях на суше нефти мало, в ЮКО нет совсем (в виде открытых залежей). Западно-Сибирская Арктика (ЗСА) — наименее изученная часть мегапровинции, особенно ее акваториальная часть. Именно с арктическими областями связано будущее развитие газовой отрасли промышленности России, ее минерально-сырьевой базы (МСБ) и добывающих комплексов.

Первое в Западно-Сибирской Арктике месторождение — Новопортовское НГКМ — было открыто в 1964 г. Оно, кстати, недоизучено, недоразведано до сих пор (низы юры, нефтегазоносная зона контакта — НГЗК и «коренной» палеозой-доюрский фундамент), хотя добыча нефти уже началась из валанжин-среднеюрских (7—8 млн т/год) залежей.

В изучении геологического строения осадочно-го чехла (мезозой + палеоген) и складчатого фундамента ЗСА принимали участие Д.А. Астафьев, А.М. Брехунцов, Т.А. Веренинова, В.И. Ермаков, В.Д. Копеев, И.И. Нестеров-мл., В.А. Скоробогатов, Д.А. Соин, Л.В. Строганов, А.В. Ступакова, А.В. Толстиков и др. Результаты исследований опубликованы в ряде статей и монографий [1—18 и др.].

По данным ряда исследователей [1, 10], всего в пределах ЗСА пробурено 1180 поисковых и разведочных скважин глубиной от 0,9 до 4,2 км, открыто 39 МУВ в ЯКР (в т.ч. на шельфе — «всего» 12), 30 в ГЕР, в т.ч. ряд месторождений типа суша/море (Харасавэйское, Круженштерновское, Геофизическое и др., в т.ч. все МУВ в Тазовской губе — Антипаютинское и др.). Размещение месторождений в арктических областях и регионах показано на рисунке 1.

Тектонодинамическое развитие и современное геологическое строение областей ЗСА



Рис. 1. Обзорная схема арктической части Западной Сибири с открытыми в ее пределах месторождениями
Fig. 1. Overview diagram of the Arctic part of Western Siberia with deposits discovered within it

относительно хорошо изучено на суше, особенно на Ямале (760 глубоких скважин). В пределах отдельных МУВ (перспективных площадей) число построенных скважин на разную глубину насчитывает многие десятки (Новопортовское — 145, Бованенковское — 76 и др. на Ямале, Утреннее — 25 на Гыдане и т.д.), в силу «многоэтажности» их строения [1, 4, 7, 8, 9, 13]. Изученность морских площадей остается крайне низкой (на большинстве — по одной поисковой скважине, на некоторых — 2, в Обской губе — до трех поисковых и разведочных скважин — Каменномыское — море и т.д.). Во всей ЮКО известна только одна «юрская» скважина, пробуренная и вскрывшая юрский комплекс — ЮК, но не испытанная («месторождение» Победа на Университетской площади в Предновоземельской части шельфа. Официально — открыто фактически — нет. Нет притоков, нет залежей УВ, а промыслово-геофизические исследования в скважинах — не прямой показатель газо- и нефтепродуктивности...).

Сопряженные в пространстве Ямальская и Южно-Карская области, входящие в регион, с одной стороны, максимально изучены до средней юры на Ямале (на уровне 70—75 %), с другой — практически не изучены в ЮКО даже по среднемеловым толщам (низы апта, верхи неокома).

Мощность триас-палеогенового осадочного чехла, залегающего на герцинском фундаменте в ЯКР, увеличивается от 0—1 км на юго-западе, вблизи складчатого обрамления мегабассейна, до 7—8 км в северных районах суши и шельфа. С юго-востока на северо-запад Ямалского полуострова вдоль Нурминского мегавала значительно увеличиваются мощности всех осадочных толщ: ниже-среднеюрской от 500 до 1500 м и более, готерив-аптской от 400 до 1200 м, альб-сеноманской от 350 до 750 м, резко увеличивается общая мощность и особенно глинистость разреза, прежде всего нижней глинистой покрывки верхней юры-валанжина (от 50 до 600 м). Центрально-северная часть ЮКО является главным эпицентром мезозойского осадконакопления в ЗСМБ (Пухучанская впадина) [16, 18].

Главные литолого-фациальные особенности Ямала: высокая мористость и общая глинистость раз-

реза нижнего мела и юры, наличие большого числа зональных глинистых покрывок в сеномане, апте и неокоме и достаточно мощной (50—120 м) областной нижеальбской покрывки, упорядоченное литологическое строение ниже-среднеюрской толщи (наличие выдержанных в пространстве песчано-алевролитовых горизонтов Ю₂—Ю₁₂, однако небольшой мощности), развитие континентальной угленосной формации в объеме баррема-апта с большим числом пластов и линз углей (40—60) и углистых глин и субугленосной формации альба-сеномана.

Газо- и нефтепродуктивность коллекторских толщ мела и юры

Важнейшее значение для развития МСБ газодобычи в ЯКР имеют меловые продуктивные комплексы:

- Аптский (гор. ТП₁—ТП₁₅);
- Альб-сеноманский (гор. ПК, ХМ).

Отмечается «затухание» газоносности от баррема к готериву (валанжин-глины).

Особенности продуктивности юрского комплекса пород (ниже-среднеюрская песчано-глинистая толща, 500—1400 м) отражены в таблице 1.

Тектоническое строение ЯКР относительно спокойное (по сравнению с НПТР). Здесь выделен один крупный — Нурминский мегавал, Тамбейский свод и ряд валов и куполовидных поднятий. Термобарические условия на большей части Ямала — благоприятные для сохранности коллекторов и УВ-скоплений, кроме Харасавэйской зоны термоаномалии, большая часть которой расположена в акваториальной части (геотемпературы в кровле средней юры составляют 120—130 °С против 90—105 °С на суше региона) [1, 9].

Почти все локальные структуры в ЯКР имеют конседиментационный генезис и развивались в течение всего послееюрского времени. Большинство тектонических структур II и III порядков снизу вверх выглаживаются, «затухают» к подошве турно-олигоценовой — верхней региональной покрывки, в Ямальской области часто они осложнены по своду и/или на крыльях дизъюнктивными нарушениями различной морфологии (с амплитудами перемещения пород от 10 до 35—40 м).

Таблица 1. Юрский продуктивный комплекс Ямало-Карского региона. Современная газо- и нефтепродуктивность
Table 1. Jurassic productive complex of the Yamal-Kara region. Modern gas and oil productivity

Юго-восток Ямала	Центр	Северо-запад, север	ЮКО
Нефти — много Газа — мало	Ничего нет... пока (плотные коллекторы)	Немного газа, отсутствие нефти в скоплениях	? (плотные коллекторы) По окраинам — СГ + Н

ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

В восточных районах ЗСА резко увеличивается песчаность меловых комплексов, снижается мощность и надежность всех покрышек и интервал продуктивности (до верхней юры — валанжина); как следствие, условия для сохранности газа в виде

залежей ухудшаются, а крупность газосодержащих скоплений снижается, и на востоке ГЕР не открыто ни одного гигантского месторождения типа ГК/ГКН (более 300 млрд м³).

Сведения о газо(нефте)носности областей ЗСА приведены в работах [1—4, 6, 10, 15]. В арктической части мегапровинции, к западу от р. Енисей, не обнаружено ни одного чисто нефтяного месторождения — все типа Г, ГК, ГКН, НГК. Очень показательный факт преимущественной газоносности недр. Впрочем, в центрально-западных нефтеносных областях ЗСМП известен ряд областей и районов без СГ (газовые/газоконденсатные залежи отсутствуют): Салымский НГР, Фроловская, Каймысовская НГО и др. Размещение залежей УВ в породах неокома-апта и верхних горизонтов юры показано на рисунках 2, 3.

Из 39 открытых к 2022 г. в ЯКР месторождений (27 на Ямале, в т. ч. 4 типа суша/море, 8 в ЮКО — на Приямальском шельфе и 4 в Обской губе) 32 относятся к газовым и газоконденсатным и только 7 к нефтесодержащим, типа ГКН (5) и НГК (2) — Новопортовское и Ростовцевское.

По крупности и типу (суммарным геологическим разведанным запасам и фазовому состоянию) месторождения ЯКР распределяются следующим образом (по запасам СГ):

- 1 уникальное (более 3 млрд у.т.¹) — ГК (Бованенковское);
- 4 сверхгигантских (более 1 млрд у.т.) — 4 ГК;
- 5 гигантских (более 300 млн у.т.) — 1 Г, 3 ГК, 1 НГК;
- 6 крупнейших (более 100 млн у.т.) — 2 Г, 1 ГК, 1 НГК, 2 ГКН;
- 12 крупных (более 30 млн у.т.) — 4 Г, 7 ГК, 1 ГКН;
- 11 средних и мелких (менее 30 млн у.т.) — 6 Г, 5 ГК.

В Ямальской области установлены два мощных узла газонакопления: Бованенковско-Харасавэйский и Тамбейский (Северо-Ямальский). В пределах ГЕР подобные узлы отсутствуют.

На шельфе только намечается Русановско-Ленинградский узел, не изученный бурением ниже среднего апта.

В пределах Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области (ЯНАО) и шельфа всего открыто 250 МУВ (252, если считать отдельными — самостоятельными — Северо- и Западно-Тамбейское плюс Тасийское месторождение, искусственно объединенные в единое Тамбейское — по ЮК, четко разделенные по всем меловым залежам).



Рис. 2. Схема размещения залежей углеводородов в неоком-аптском-доминантном комплексе Ямало-Карского региона

Fig. 2. The layout of hydrocarbon deposits in the Neo-comp-Aptian-dominant complex of the Yamalo-Kara region

¹ у.т. — условных тонн, 1000 м³ ~ 1 т.

Формула газоносности наиболее изученной по суше Ямальной области такова (на 01.01.2020 г., трлн м³):

НД	A + B ₁ + C ₁	B ₂ + C ₂	Всего
0,5	10,3	6,3 (завышено)	17,5 (несколько завышено за счет C ₂).

Открытые запасы конденсата — 0,4 млрд т, нефти — 0,4 млрд т, в сумме жидких УВ — 0,8 млрд т извлекаемых.

Общие начальные разведанные запасы свободного газа ЯКР (суша + шельф) превышают 15 трлн м³, открытые — с учетом категорий B₂ + C₂, более 20 трлн м³, хотя в последнем случае завышение — очевидно, за счет недоразведанных запасов кат. B₂ + C₂. Промышленная добыча газа началась из уникальной аптской залежи гор. ТП₁₋₆ Бованенковского ГМ, нефти из новопортовской толщи валанжина на Новопортовском НГКМ.

Всего в пределах ЯКР и Гыдана (без Западно-Енисейской части ГЕР) фактически открыто 52 МУВ типа Г, ГК, ГKN, некоторые на шельфе только обнаружены, запасы оценены по кат. C₁ (в небольшом объеме 8—20 млрд м³) и весьма значительные — по кат. C₂ (130—800 млрд м³ на каждое), т.е. при полномасштабной доразведке меловых залежей и с новыми открытиями (в низах песчано-глинистого мела — выше региональной верхнеюрско-неокомской покрывки и в горизонтах Ю₂—Ю₈ юры) они перейдут в категорию гигантских месторождений (более 300 млн у.т. — им. Маршала Жукова, Русановское и др.), а Ленинградское с высокой вероятностью станет сверхгигантским (более 1 трлн м³).

Газовая формула Ямало-Карского региона вместе с Гыданской областью (в пределах ЯНАО, суша + шельф) такова (трлн м³):

НД	A + B ₁ + C ₁	B ₂ + C ₂	Всего
0,7	15,0	12,3	28,0.

Начальные запасы СГ Западно-Енисейской области Красноярского края не превышают 1 трлн м³. Таким образом, открытая часть газового потенциала ЗСА достигает 29 трлн м³. После доразведки запасов кат. B₂ + C₂ с неизбежными списаниями части запасов как неподтверждающихся, начальные разведанные = промышленные запасы СГ Арктики составят 21—22 трлн м³. Даже без продолжения ПРР на газ эти запасы уже позволяют организовать масштабную добычу газа и конденсата.

Для корректного прогноза будущих открытий МУВ необходим хотя бы краткий анализ условий их формирования.



Рис. 3. Схема размещения залежей углеводородов в среднеюрском подкомплексе Ямало-Карского региона
Fig. 3. Layout of hydrocarbon deposits in the Middle Jurassic subcomplex of the Yamalo-Kara region

Онтогенез углеводородов

Генетические условия газонефтеносности ЯКР изучались специалистами ЗАО «СибНАЦ», ООО «ГазпромВНИИГАЗ», ВНИГНИ, МГУ [1, 4—6, 9, 14, 15]. Проанализированы условия генерации (весьма благоприятные для газообразования),

ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ / GEOLOGY AND PROSPECTING FOR HYDROCARBON RESERVES

Таблица 2. Величина и структура ресурсов газа Ямальной и Южно-Карской областей
Table 2. The size and structure of gas resources of the Yamal and South Kara regions

	Ямал	ЮКО (открытый шельф)	Обская губа	Всего НПР (реальные)
Всего	18,0	15,2	3,8	37
в т. ч. альб-сеноман	4,0	2,7	1,8	8,5
неоком-апт	12,2	11,0	1,5	24,7
юра, включая НГЭК	1,8 ^{xx}	1,5 ^{xx}	0,5 ^{xx}	3,8 ^{xx}

Примечание: * К завершению масштабных поисково-разведочных работ с переводом ресурсов в начальные разведанные запасы. ^{xx} Ресурсы юры невелики в силу развития обширных зон «сухих» коллекторов с проницаемостью менее 0,2 мД.

Note: * By the completion of large-scale prospecting and exploration work with the transfer of resources to the initial explored reserves. ^{xx} The resources of the Jurassic period are small due to the growth of extensive zones of “dry” reservoirs with a permeability of less than 0.2 mD.

первичной и вторичной миграции (менее благоприятные, особенно в юрской толще), аккумуляции и консервации (весьма благоприятные), эволюционной сохранности (благоприятные) — большинство УВС сохранилось вследствие малой активности разломной тектоники, хотя потери газа вследствие дегазации недр составляют не менее 3—4 трлн м³ (из современных ловушек — по Новопортовскому, Нейтинскому и другим месторождениям).

Мощная газогенерация благодаря развитию угленосных газоматеринских толщ, наличию достаточно крупных, но пологих локальных поднятий, развитию большого числа пар пластов «коллектор-покрышка» (резервуар внизу / экран сверху), наличию надежных региональных и областных покрышек, относительно малые потери газа (утечки из ловушек по разломам) способствовали формированию мощного газового потенциала в породах нижнего мела, в меньшей степени — средней юры и сеномана. Вместе с тем общие геолого-генетические условия на суше ЯКР оказались более благоприятными, чем в недрах шельфа, в силу этого здесь образовалось одно уникальное ГКМ — Бованенковское и ряд сверхгигантских (Круженштерновское и др.). Конечно, средние и особенно нижние горизонты разреза в пределах шельфа еще не опробованы (как, впрочем, недоразведаны открытые залежи апта-сеномана), и такая сравнительная ресурсная геостатистика несколько преждевременна, но, по мнению большинства исследователей, на суше уже исключены неоткрытые гиганты (>0,3 трлн м³), а на шельфе возможны и сверхгигантские месторождения газа (уникальные навряд ли), но сколько их, возможно, будет — покажет только «вскрытие недр» в максимально благоприятных структурно-тектонических условиях.

Проблемы оценки величины и структуры начальных потенциальных и неоткрытых ресурсов УВ, в частности ЗСМП, обсуждаются в работах [1—3, 9, 10, 12, 14, 18].

Начальные подтверждаемые потенциальные ресурсы газа ЯКР (по данным Д.А. Астафьева, М.А. Кабалина, В.А. Скоробогатова, 2021) показаны в таблице 2.

Будущее российского газа и нефти, в частности ЗСА, обсуждается в работах [3, 5—7, 9, 11, 17].

Общий прирост новых запасов газа в ЯКР всеми компаниями-операторами в 2023—2040 гг. оценивается автором в 11—12 трлн м³ (3,0—3,5 по доразведке и 8—8,5 по «чистым» открытиям и разведке). Здесь будут с высокой вероятностью открыты два сверхгигантских газосодержащих МУВ (к уже известным), 6—7 гигантских, 8—10 крупнейших и большое число менее крупных МУВ.

Общая оценка газового потенциала недр ГЕР составляет 5,5—7,0 трлн м³ традиционных ресурсов СГ. К 2040 г. здесь будет открыто 18—20 новых МУВ и приращено всего начальных и извлекаемых запасов газа 3,0—3,5 трлн м³, что позволит организовать здесь тактический Центр газодобычи с потенциальным производством до 80 млрд м³. Общий потенциал добычи газа по ЗСА оценивается в 320—360 млрд м³ в 2040 г. и далее. Именно арктические области ЗСМП придут на смену ее северным областям (НПТР) в плане масштабного производства газа. ЗСА займет лидирующее положение в России по газу уже к 2035 г. (с подключением морских промыслов). В силу преимущественной газоносности недр арктических областей добыча жидких УВ (К + Н) будет ограничена, вероятно, объемом не более 30—35 млн т/год (конденсата больше, чем нефти).

ЛИТЕРАТУРА

1. Брехунцов А.М., Монастырев Б.В., Нестеров И.И., Скоробогатов В.А. Нефтегазовая геология Западно-Сибирской Арктики, Тюмень: ООО МНП «ГЕОДАТА», 2020. 464 с.
2. Варламов А.И., Афанасенков А.П., Лоджевская М.И. и др. Ресурсный потенциал углеводородов — основа развития топливно-энергетического комплекса России // Геология нефти и газа. 2016. № 3. С. 3—13.
3. Гаврилов В.П., Карнаухова С.М., Скоробогатов В.А. и др. Состояние и перспективы доосвоения газового потенциала недр Западной Сибири // Газовая промышленность. 2010. № 1. С. 12—16.
4. Кабалин М.Ю., Скоробогатов В.А., Извеков И.Б. Фазовое состояние скоплений углеводородов в недрах морей Западной Арктики // Вести газовой науки: науч.-техн. сб. «Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих районов России». 2019. № 4. С. 59—71.
5. Кананыхина О.Г., Рыбьяков А.Н. Нефть и газ севера Западной Сибири (суша и шельф): запасы, ресурсы, структура, прогноз. // Вести газовой науки. 2021. № 3(48). С. 73—79.
6. Ковалева Е.Д., Кананыхина О.Г., Скоробогатов В.А. Западно-Сибирская Арктика: новый взгляд на перспективы освоения углеводородного потенциала недр в XXI веке // Наука и техника в газовой промышленности. 2015. № 3. С. 3—17.
7. Поляков Е.Е., Рыбальченко В.В., Рыжов А.Е. и др. Где искать новые крупнейшие, гигантские и уникальные газосодержащие месторождения в Северной Евразии? // Геология нефти и газа. Газпром ВНИИГАЗ — 70 лет (юбилейный выпуск). 2018. С. 45—57.
8. Рыбальченко В.В., Рыжов А.Е., Скоробогатов В.А., Хабибуллин Д.Я. Поиски и разведка месторождений и залежей углеводородов предприятиями ПАО «Газпром» в России: итоги, проблемы, риски, перспективы // Вести газовой науки: науч.-техн. сб. «Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих районов России». М.: Газпром ВНИИГАЗ. 2018. № 3(35). С. 46—57.
9. Скоробогатов В.А. Будущее российского газа и нефти // Геология нефти и газа. Газпром ВНИИГАЗ — 70 лет. 2018. С. 31—43.
10. Скоробогатов В.А., Строганов Л.В., Копеев В.Д. Геологическое строение и газонефтеносность Ямала. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. 352 с.
11. Скоробогатов В.А., Кабалин М.Ю. Западно-Арктический шельф Северной Евразии: запасы, ресурсы и добыча углеводородов до 2040 и 2050 г. // Деловой журнал «Neftegaz.ru». 2019. № 11(95). С. 36—51.
12. Скоробогатов В.А., Пятницкая Г.Р., Соин Д.А., Скоробогатко А.Н. Опыт оценок потенциальных ресурсов свободного газа осадочных бассейнов России и их подтверждаемость при поисково-разведочных работах // Геология нефти и газа. Газпром ВНИИГАЗ — 70 лет. 2018. С. 59—65.
13. Скоробогатов В.А., Рыбальченко В.В., Хабибуллин Д.Я., Рыбьяков А.Н. Поиски месторождений и залежей углеводородов в осадочных бассейнах Северной Евразии: итоги, проблемы, перспективы // Вести газовой науки: науч.-техн. сб. «Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих районов России». 2019. № 4(41), С. 18—34.
14. Скоробогатов В.А., Хабибуллин Д.Я. Роль сеноманского газа Западной Сибири в становлении и развитии газовой отрасли промышленности России в XX—XXI веках // Научный журнал Российского газового общества. 2021. № 2(30). С. 6—16.
15. Строганов Л.В., Скоробогатов В.А. Газы и нефти ранней генерации Западной Сибири. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2004. 414 с.
16. Ступакова А.В., Бордунов С.И., Сауткин Р.С. и др. Нефтегазоносные бассейны российской Арктики // Геология нефти и газа. 2013. № 3. С. 30—47.
17. Ступакова А.В., Суслова А.А., Сауткин Р.С. и др. Перспективы открытия новых месторождений в пределах арктического шельфа // Вести газовой науки. 2016. № 4(28). С. 154—166.
18. Толстиков А.В., Астафьев Д.А., Штейн Я.И. и др. Запасы и ресурсы углеводородов, перспективы изучения и промышленного освоения недр морей России в XXI в. // Геология нефти и газа. 2018. № 4. С. 73—85.

REFERENCES

1. Brekhuntsov A.M., Monastirev B.V., Nesterov I.I., et al. Neftegazovaya geologiya Zapadno-Sibirskoy Arktiki — [Oil-gas geology of West-Siberian Arctic] Tyumen: MNP Geodata — [ООО МНП «ГЕОДАТА»], 2020, p.464. (In Russian).
2. Varlamov, A.I., Afanasenkov A.P., Lodzhevskaya M.I., et al. Resursnyj potencial uglevodorodov — osnova razvitiya toplivno-energeticheskogo kompleksa Rossii — [Resource potential of hydrocarbons as a foundation of the fuel & energy industry in Russia] // Geologiya Nefti i Gaza — [Oil and Gas Geology]. 2016. No. 3. P. 3—13 (In Russian).
3. Gavrilo V.P., Karnaukhov S.M., Skorobogatov V.A., et al. Sostoyanie i perspektivy doosvoeniya gazovogo potenciala neдр Zapadnoj Sibiri — [Status and prospects for further exploration of subsoil gas potential in Western Siberia] // Gazovaya Promyshlennost — [Gas industry]. 2010. No. 1. P. 12—16 (In Russian).
4. Kabalin M.Yu., Skorobogatov V.A., Izvekov I.B. Sostoyanie i perspektivy doosvoeniya gazovogo potenciala neдр Zapadnoj Sibiri — [Phase state of hydrocarbon agglomerations in subsoil of Western Arctic seabed] // Vesti Gazovoy Nauki: collected scientific technical papers — [News of Gas Science: Scientific

- and Technical Collection. "Problems of Resource Provision of Gas Producing Regions of Russia". 2019. No. 4(41). P. 59—71 (In Russian).
5. Kananykhina O.G., Skorobogatov V.A. Neft' i gaz severa Zapadnoj Sibiri (susha i shel'f): zapasy, resursy, struktura, prognoz — [Issues of oil-gas bearing capacity of the Yamal-Kara onshore and offshore area] // Vesti gazovoy nauki — [News of Gas Science]. 2016. No. 9. P. 18—25 (In Russian).
 6. Kovaleva Ye.D., Kananykhina O.G., Skorobogatov V.A. Arktika: novyj vzglyad na perspektivy osvoeniya uglevodorodnogo potentsiala neдр v XXI veke — [Western-Siberian Arctic: New vision of outlooks for development of subsoil hydrocarbon potential in 21st century] // Nauka i Tekhnika v Gazovoy Promyshlennosti — [Science and Technology in the Gas Industry]. 2015. No. 3. P. 3—17 (In Russian).
 7. Polyakov Ye.Ye., Rybalchenko V.V., Ryzhov A.Ye., et al. Gde iskat' novye krupnejshie, gigantskie i unikal'nye gazosoderzhashchie mestorozhdeniya v Severnoj Evrazii? — [Where must the new the biggest, gigantic and unique gas-bearing fields be looked for in Northern Eurasia?] // Geologiya Nefti i Gaza — [Oil and Gas Geology. Gazprom VNIIGAZ — 70 years (anniversary issue)]. 2018. No. 4. P. 45—57 (In Russian).
 8. Rybalchenko V.V., Ryzhov A.Ye., Skorobogatov V.A., et al. Poiski i razvedka mestorozhdenij i zalezhej uglevodorodov predpriyatiyami PAO «Gazprom» v Rossii: itogi, problemy, riski, perspektivy — [Searching and prospecting of hydrocarbon fields and deposits by the enterprises of the Gazprom PJSC in Russia] // Vesti Gazovoy Nauki: collected scientific technical papers — [News of Gas Science: Scientific and Technical Collection. "Problems of Resource Provision of Gas Producing Regions of Russia"]. 2018. No. 3(35). P. 46—57 (In Russian).
 9. Skorobogatov V.A. Budushchee rossijskogo gaza i nefti — [Future of Russian gas and oil] // Geologiya Nefti i Gaza — [Oil and Gas Geology. Gazprom VNIIGAZ is 70 years old. 2018]. 2018. No. 4. P. 31—43 (In Russian).
 10. Skorobogatov V.A., Stroganov L.V., Kopeyev V.D. Geologicheskoe stroenie i gazoneftenosnost' YAmala — [Geological structure and gas-oil-bearing capacity of Yamal] // Moscow: Nedra-Biznesentr — [M.: LLC "Nedra-Biznesentr"], 2003 (In Russian).
 11. Skorobogatov V.A., Kabalin M.Yu. Zapadno-Arkticheskij shel'f Severnoj Evrazii: zapasy, resursy i dobycha uglevodorodov do 2040 i 2050 g. — [West-Arctic shelf of Northern Eurasia — reserves, resources and production of hydrocarbons up to 2040 and 2050] // Delovoy zhurnal Neftegaz.ru — [Neftegaz.ru business magazine]. 2019. No. 11. P. 36—51 (In Russian).
 12. Skorobogatov V.A., Pyatnitskaya D.R., Soin D.A., et al. Opyt ocenok potentsial'nyh resursov svobodnogo gaza osadochnyh bassejnov Rossii i ih podtverzhdaemost' pri poiskovo-razvedochnyh rabotah — [Practice of estimation of potential resources of the free gas in sedimentary basins of Russia and their validation during prospecting works] // Geologiya Nefti i Gaza — [Oil and Gas Geology. Gazprom VNIIGAZ — 70 years]. 2018. No. 4. P. 59—65 (In Russian).
 13. Skorobogatov V.A., Rybalchenko V.V., Khabibullin D.Ya., Rybyakov A.N. Poiski mestorozhdenij i zalezhej uglevodorodov v osadochnyh bassejnakh Severnoj Evrazii: itogi, problemy, perspektivy — [Searching hydrocarbon fields and deposits in sedimentary basins of Northern Eurasia: results, issues and outlooks] // Vesti Gazovoy Nauki: collected scientific technical papers — [News of gas science: scientific-technical collection. "Problems of resource provision of gas-producing regions of Russia"]. 2019. No. 4(41). P. 18—34 (In Russian).
 14. Skorobogatov V.A., Khabibullin D.Ya. Rol' senomanskogo gaza Zapadnoj Sibiri v stanovlenii i razvitii gazovoj otrasli promyshlennosti Rossii v XX—XXI vekah — [Contribution of Cenomanian gas from Western Siberia to rise and evolution of Russian gas industry in XX and XXI centuries] // Nauchnyy zhurnal Rossijskogo Gazovogo Obshchestva — [Scientific Journal of the Russian Gas Society]. 2021. No. 2(30). P. 6—16 (In Russian).
 15. Stroganov L.V., Skorobogatov V.A. Gazy i nefti rannej generacii Zapadnoj Sibiri — [Western-Siberian gases and oils of earlier generation]. Moscow: Nedra-Biznesentr — [M.: LLC "Nedra-Biznesentr"], 2004 (In Russian).
 16. Stupakova A.V., Bordunov S.I., Sautkin R.S., et al. Neftegazonosnye bassejny rossijskoj Arktiki — [Oil-gas-bearing basins of Russian Arctic] // Geologiya Nefti i Gaza — [Oil and Gas Geology]. 2013. No. 3. P. 30—47 (In Russian).
 17. Stupakova A.V., Suslova A.A., Sautkin R.S., et al. Perspektivy otkrytiya novyh mestorozhdenij v predeleh arkticheskogo shel'fa — [Outlooks for discovery of new fields within the framework of Arctic continental shelf] // Vesti Gazovoy Nauki — [News of Gas Science]. 2016. No. 4(28). P. 154—164 (In Russian).
 18. Tolstikov A.V., Astafyev D.A., Shteyn Ya.I., et al. Zapasy i resursy uglevodorodov, perspektivy izucheniya i promyshlennogo osvoeniya neдр morej Rossii v XXI veke — [Reserves and resources of hydrocarbons, outlooks for exploration and commercial development of the seabed subsoil in Russia in 21st century] // Geologiya Nefti i Gaza — [Oil and Gas Geology]. 2018. No. 4. P. 73—85 (In Russian).

ВКЛАД АВТОРА / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Скоробогатова Е.В. — разработала концепцию статьи, подготовила текст статьи, окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Ekaterina V. Skorobogatova — developed the article concept, prepared the text, approved the final version of the article and accepted the responsibility for all aspects of the work.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Скоробогатова Екатерина Викторовна — студентка второго курса магистратуры направления «Цифровые технологии разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений».
23, ул. Миклухо-Маклая, г. Москва 119017, Россия
e-mail: skorobogatova.995@gmail.com
тел.: +7 (916) 282-18-15
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4796-3085>

Ekaterina V. Skorobogatova — second-year student of the master's program in the direction "Digital technologies for exploration and development of oil and gas".
23, Miklukho-Maklay str., Moscow 119017, Russia
e-mail: skorobogatova.995@gmail.com
tel: +7 (916) 282-18-15
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4796-3085>