

УДК: [332.1:622.324](571.121)(045)

DOI: 10.37482/issn2221-2698.2021.45.61

## Пространственная организация освоения газовых ресурсов Ямальной нефтегазоносной области \*

© **ЩЕГОЛЬКОВА Ася Александровна**, кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник

E-mail: szfmgei@mail.ru

Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина — обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра КНЦ РАН, Апатиты, Россия

**Аннотация.** Ямальная нефтегазоносная область (НГО) является стратегическим регионом, именно здесь в ближайшие десятилетия будет сосредоточен основной резерв газовой промышленности России с ожидаемым к 2030 г. ростом добычи газа до 180–200 млрд м<sup>3</sup> в год. Основная цель статьи — решение научной задачи, состоящей в исследовании пространственной организации освоения газовых ресурсов, определении рациональной структуры воспроизводства запасов природного газа в Ямальной НГО в условиях модернизации арктического газопромышленного комплекса. В работе проведена оценка газовых ресурсов Ямальной НГО, выявлены тенденции экономического освоения месторождений природного газа, представлена характеристика инвестиционных проектов на базе разрабатываемых месторождений, дифференцированы месторождения по степени их перспективности, определена стратегия расширения углеводородного потенциала данной НГО. Выявлено, что основные направления добычи в Ямальной НГО связаны с разработкой месторождений, обладающих высоким уровнем сеноманских отложений, для которых характерны более высокий рост капитализации и отдачи инвестиционных проектов в режиме реального времени в сравнении с месторождениями, расположенными в акватории северных и дальневосточных морей, включая шельф Карского моря. Сделан вывод о том, что стратегия воспроизводства углеводородного потенциала будет направлена на проведение поисково-разведочных работ с целью перевода прогнозных ресурсов в промышленные запасы природного газа, в том числе за счёт расширения районов газодобычи; предполагается, что лидерство от сеномана перейдет к альбу, и особенно апту, где он, в отличие от сеномана и юры, особенно перспективен. В исследовании применена общенаучная методология, предусматривающая системный и комплексный подход к обоснованию пространственной организации освоения газовых ресурсов Ямальной нефтегазоносной области (НГО). Проанализирован значительный массив фактологического материала о состоянии запасов свободного газа и конденсата Ямальной НГО (суша). Результаты проведённых исследований получены с применением сравнительно-аналитических, статистических методов экономического анализа.

**Ключевые слова:** Арктическая зона России, Ямальная нефтегазоносная область, арктические месторождения природного газа, запасы природного газа, потенциальные ресурсы природного газа, воспроизводство запасов природного газа, продуктивность месторождений природного газа.

## Spatial Organisation of Gas Resources Development in the Yamal Oil and Gas Bearing Region

© **Asya A. SHCHEGOLKOVA**, Ph.D. of Economic Sciences, Associate Professor, Leading Researcher

E-mail: szfmgei@mail.ru

Luzin Institute for Economic Studies — Subdivision of the Federal Research Centre "Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences" (IES KSC RAS), Apatity, Russia

\* Для цитирования: Щеголькова А.А. Пространственная организация освоения газовых ресурсов Ямальной нефтегазоносной области // Арктика и Север. 2021. № 45. С. 61–74. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2021.45.61

For citation: Shchegolkova A.A. Spatial Organisation of Gas Resources Development in the Yamal Oil and Gas Bearing Region. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2021, no. 45, pp. 61–74. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2021.45.61

**Abstract.** The Yamal oil and gas province (OGP) is strategically important for the Russian gas industry. In the coming decade, gas production in Yamal is expected to grow to 180–200 billion cubic meters per year. The main goal of the article is to solve a scientific problem consisting in the study of the spatial organization of the development of gas resources, determination of the rational structure of reproduction of natural gas reserves in the Yamal oil-gas-bearing region in the context of the modernization of the Arctic gas industry complex. The article assessed the gas resources of Yamal, revealed trends in the economic development of natural gas fields, presented the characteristics of investment projects based on the fields being developed. An analysis was carried out that made it possible to differentiate the deposits by the degree of their prospects, and a strategy for expanding the hydrocarbon potential of Yamal was determined. It was revealed that the main areas of production in the Yamal oil-gas-bearing region are associated with the development of deposits with a high level of Cenomanian deposits. Such deposits are characterized by a higher increase in the capitalization and profitability of investment projects in real time compared to fields located in the northern and far eastern seas, including on the shelf of the Kara Sea. It was concluded that the strategy for the reproduction of hydrocarbon potential will be aimed at conducting prospecting and exploration in order to transfer forecast resources to industrial reserves of natural gas. The study applies a general scientific methodology providing for systemic and comprehensive approaches to justify the spatial organisation of gas resources development in the Yamal oil and gas bearing region. A significant body of factual material on the state of free gas and condensate reserves in Yamal has been analyzed. The results of the research were obtained with the use of comparative-analytical, statistical methods of economic analysis.

**Keywords:** *Arctic zone of Russia, Yamal oil-gas-bearing region, Arctic natural gas deposit, natural gas reserve, potential natural gas resource, reproduction of natural gas reserves, productivity of natural gas field.*

### **Введение**

На сегодняшний день Россия является одним из мировых лидеров по добыче природного газа, уступая по объёмам лишь США, при этом более 90% объёма добычи приходится на российский сектор Арктики. Научные исследования в области пространственной организации регионального хозяйства в Арктике при экономическом освоении энергетических ресурсов являются своевременными и актуальными, поскольку именно освоение углеводородных ресурсов является одним из главных драйверов развития экономики Арктической зоны России, т. к. перспективы открытия новых залежей и месторождений углеводородов, в том числе уникальных и крупных по запасам, связывают с арктическими территориями. Исследования в области пространственной организации экономического освоения углеводородных ресурсов Западной Арктики используются в качестве методологического подхода в работах: [1, Kozmenko S., Saveliev A., Teslya A.], [2, Agarkov S.A., Saveliev A.N., Kozmenko S.Y., Ulchenko M.V., Shchegolkova A.A.], [3, Козьменко С.Ю., Афанасьев Р.А.]. Технологические процессы освоения углеводородных ресурсов являются предметной областью научных исследований Н.П. Лаверова, В.И. Богоявленского [4], А.Э. Конторович [5] и др.

Обеспечение «устойчивого воспроизводства запасов и потенциальных ресурсов арктического природного газа, поскольку именно в этом регионе локализованы основные доказанные газовые ресурсы России» [6, Щеголькова А.А., Ульченко М.В., с. 114], позволит сохранить высокие конкурентные позиции России на глобальном газовом рынке [7, Козьменко С.Ю., Савельев А.Н., Тесля А.Б.]. В этих условиях основным направлением развития экономи-

ки Арктической зоны, помимо самой добычи углеводородов, являются геологоразведочные работы с целью обеспечения стабильного воспроизводства запасов и потенциальных углеводородных ресурсов, в том числе природного газа [6, Щеголькова А.А., Ульченко М.В.]. Наиболее перспективным районом для проведения геологоразведочных работ и расширения сырьевой базы углеводородов видится северо-западная часть Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (ЗСНГП) — Ямало-Карский регион, включающий Ямальскую, Гыданскую и Южно-Карскую НГО [8, Kontorovich V.A., Kontorovich A.E.].

### ***Пространственное распределение газовых ресурсов в Арктической зоне России***

Объем извлекаемых запасов углеводородов на месторождениях в Арктической зоне России составляет по разным оценкам около 245 млрд т условного топлива. К Арктической зоне относятся: Нарьян-Марская группа месторождений Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (НГП); месторождения Баренцево-Карской НГП (Мурманское, Северо-Кильдинское, Штокмановское, Ледовое, Лудловское); месторождения ЗСНГП (два месторождения Усть-Енисейской НГО, Пур-Тазовская НГО, Надым-Пурская НГО, Южно-Карская НГО, Гыданская НГО, Ямальская НГО). Следует отметить, что основная доля запасов (161,7 млрд т условного топлива) приходится на ЗСНГП, которая характеризуется высокой концентрацией уникальных и крупных месторождений природного газа.

В последние годы в ЗСНГП значительные перспективы открытия новых залежей и месторождений углеводородов, в том числе и крупных по запасам, связываются с арктическими территориями, к которым относится Карско-Ямальский регион, включающий Ямальскую, Гыданскую и Южно-Карскую нефтегазоносные области (НГО). Здесь уже выявлены промышленные залежи нефти и газа в широком стратиграфическом диапазоне — от зоны контакта фундамента с осадочным чехлом по сеноман включительно. Однако, как хорошо известно, основные запасы углеводородов (преимущественно газа и газоконденсата) здесь открыты в апт-альбском и альб-сеноманском продуктивных комплексах. Это объясняется, в первую очередь, их лучшей изученностью глубоким бурением [9, Скоробогатов В.А., Кабалин М.Ю.].

На шельфе Баренцева и Карского морей сконцентрировано более 70% потенциальных ресурсов углеводородного сырья, при этом доля природного газа достигает 90%. Однако основная проблема экономического освоения арктических ресурсов углеводородов состоит в том, что большинство запасов относится к категории трудноизвлекаемых<sup>1</sup>. Именно поэтому интенсификация разведки газовых месторождений непосредственно на шельфе сдерживается наличием значительных объемов не только разведанных, но и разрабатываемых запасов природного газа на полуострове Ямал.

---

<sup>1</sup> Глобальные тенденции освоения энергетических ресурсов Российской Арктики. Часть I. Тенденции экономического развития Российской Арктики / под науч. ред. д.э.н. Агаркова С.А., чл.-корр. РАН Богоявленского В.И., д.э.н. Козьменко С.Ю., д.т.н. Маслбоева В.А., к.э.н. Ульченко М.В. Апатиты: изд. Кольского научного центра РАН, 2019. 170 с.

### Оценка газового потенциала Ямальской НГО

Ямальская НГО по всем параметрам газо- и нефтеносности, а именно: числу месторождений, открытым и разведанным запасам, диапазону продуктивности и др. является уникальной. К настоящему времени на п-ове Ямал и прилегающих акваториях открыто 31 месторождение с запасами свободного газа, на суше, без Приямальского шельфа — 27 месторождений, в том числе 9 газовых, 10 газоконденсатных и 8 нефтегазовых. Суммарные запасы и ресурсы всех месторождений Ямальской НГО с учётом Приямальского шельфа составляют: запасы газа разведанные и предварительно оцененные ( $A + B + C_1 + C_2$ ) — порядка 16 трлн м<sup>3</sup>, перспективные и прогнозные ( $C_3 - D_3$ ) — около 22 трлн м<sup>3</sup>; запасы конденсата извлекаемые ( $A + B + C_1$ ) — «...более 226 млн т; нефти — 292 млн т» [10, Ананенков А.Г., с. 63].

На Ямале сформировалось два мощных кластера нефтегазонакопления — Бованенковская и Тамбейская группы. Южно-Ямальская группа представлена Новопортовским и Ростовцевским месторождениями с преимущественными запасами нефти (начальные открытые запасы нефти порядка 1 млрд т, свободного газа менее 1,3 трлн м<sup>3</sup>). По Тамбейской группе, а также Крузенштерновскому и Харасавэйскому месторождениям запасы природного газа существенно увеличились. Тамбей-Малыгинская группа месторождений менее изучена [9, Скоробогатов В.А., Кабалин М.Ю.]. Современная величина и структура запасов свободного газа и конденсата представлена в работе [9, Скоробогатов В.А., Кабалин М.Ю.] и приведена в табл. 1.

Таблица 1

Состояние запасов свободного газа и конденсата Ямальской НГО (суша) по состоянию на 01.01.2017 (составлена по данным <sup>2</sup>, а также [9, Скоробогатов В.А., Кабалин М.Ю.])

Месторождение	Свободный газ, млрд м <sup>3</sup>			Конденсат (извл.), млн т			Степень освоения	Недропользователь
	добыча /потери	A+B <sub>1</sub> +C <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> +C <sub>2</sub>	добыча /потери	A+B <sub>1</sub> +C <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> +C <sub>2</sub>		
<b>Бованенковская группа месторождений</b>								
ГК Бованенковское	211,3	4185,0	199,5	0,2	54,5	18,9	разраб.	Департамент по недропользованию по Уральскому ФО (Д/НП по Урал.ФО), ООО «Газпром добыча Надым»
ГК Харасавэйское	1,3	1330,3	358,6	0,1	45,0	29,2	развед.	ООО «Газпром добыча Надым», ПАО «Газпром»
ГК Крузенштерновское	-	617,3	293,1	-	0,7	1,9	развед.	ПАО «Газпром»
Г Южно-Крузенштерновское	-	6,5	12,1	-	-	-	развед.	ПАО «Газпром»
Г Северо-	-	4,5	10,0	-	-	-	развед.	Д/НП по Урал.ФО

<sup>2</sup> Каталог объектов учета ГБЗ с данными сводного государственного реестра участков недр и лицензий и ГКМ (включая Сборник сводных материалов о запасах общераспространенных полезных ископаемых РФ). Российский Федеральный геологический фонд. URL: <https://rfgf.ru/bal/a/index.php> (дата обращения: 21.01.2021).

Бованенковское									
Г Восточно-Бованенковское	-	1,7	3,0	-	-	-	развед.	Д/НП по Урал.ФО	
<b>Итого</b>	<b>212,6</b>	<b>6145,3</b>	<b>876,3</b>	<b>0,3</b>	<b>100,2</b>	<b>50,0</b>			
<b>Тамбейская группа месторождений</b>									
ГК Южно-Тамбейское	3,0	953,9	332,9	0,2	28,4	19,9	развед.	ОАО «Ямал СПГ», ООО «НОВАТЭК-Юрхаровнефтегаз»	
ГК Северо-Тамбейское	-	862,4	261,9	-	32,2	18,2	развед.	ПАО «Газпром»	
ГК Тасийское	-	503,6	62,1	-	26,4	3,8	развед.	ПАО «Газпром»	
ГК Малыгинское	0,1	439,5	305,6	-	18,9	30,2	развед.	Д/НП по Урал.ФО, ПАО «Газпром»	
НГК Западно-Тамбейское	-	124,4	86,3	-	2,9	6,1	развед.	ПАО «Газпром»	
Г Сядорское	0,1	24,6	-	-	-	-	развед.	ООО «НОВАТЭК-Юрхаровнефтегаз»	
<b>Итого</b>	<b>3,2</b>	<b>2908,4</b>	<b>1048,8</b>	<b>0,2</b>	<b>108,8</b>	<b>78,2</b>			
<b>Южно-Ямальская группа месторождений (Новопортовский узел нефтегазонакопления)</b>									
НГК Арктическое	0,01	276,2	39,3	-	2,7	1,2	развед.	Д/НП по Урал.ФО	
НГК Новопортовское	0,9	267,9	33,4	0,1	16,8	1,6	разраб.	ООО «Газпром-нефть-Ямал»	
НГК Нурминское	0,1	178,4	45,0	-	4,7	1,5	развед.	Д/НП по Урал.ФО	
ГК Мало-Ямальское	0,03	114,7	114,0	0,01	7,1	12,3	развед.	Д/НП по Урал.ФО, ООО «Газпром-нефть-Ямал»*	
Г Верхнетиутейское	-	110,7	-	-	-	-	развед.	ООО «НОВАТЭК-Юрхаровнефтегаз»	
ГК Западно-Сеяхинское	-	95,7	103,5	-	2,5	4,1	развед.	ООО «НОВАТЭК-Юрхаровнефтегаз»	
НГК Ростовцевское	-	61,8	21,9	-	2,8	1,3	развед.	Д/НП по Урал.ФО	
НГК Нейтинское	-	60,3	37,1	-	0,5	0,0	развед.	Д/НП по Урал.ФО	
НГК Среднеямальское	-	40,3	25,0	-	2,1	1,7	развед.	Д/НП по Урал.ФО	
Г Каменномыское (суша)	0,5	34,6	-	-	-	-	разраб.	Д/НП по Урал.ФО, ЗАО «Ямалтэк», ООО «Газпромнефть-Ямал»	
ГК Хамбатеинское	-	15,7	18,7	-	1,2	1,4	развед.	ООО «Газпром-нефть-Ямал»	
Г Усть-Юрибейское	-	11,9	1,9	-	-	-	развед.	ООО «Усть-Юрибей»	
Г БлижнеНовопортовское	-	4	-	-	-	-	развед.	ООО «Газпром-нефть-Ямал»	
ГК Байдарацкое	-	2,1	2,3	-	0,1	0,2	развед.	Д/НП по Урал.ФО	
Г Нерстинское	-	1,7	-	-	-	-	развед.	Д/НП по Урал.ФО	
<b>Итого</b>	<b>1,54</b>	<b>1276,0</b>	<b>442,1</b>	<b>0,11</b>	<b>40,5</b>	<b>25,3</b>			
<b>Всего</b>	<b>217,34</b>	<b>10329,7</b>	<b>2367,2</b>	<b>0,61</b>	<b>249,5</b>	<b>153,5</b>			

\*Недропользователь — ООО «НОВАТЭК-Ярсланнефтегаз» осуществил обмен активами с ООО «Газпромнефть-Ямал» в обмен на передачу доли участия в 2<sup>х</sup> месторождениях Арктикгаза — Ево-Яхинского НГКМ и Северо-Часельского ГКМ

В структуре запасов Ямальской НГО преобладает газ, приуроченный к сеноманским и нижнемеловым горизонтам. Запасы газа, сосредоточенные в залежах сеноман-аптского комплекса, залегают на глубинах 700–1700 метров. Это «...сухой (энергетический)

природный газ, характеризующийся как метановый с весьма малым (около 0,1%) содержанием гомологов метан, пригодный к использованию для получения энергии и транспортировки без предварительной переработки» [6, Щеголькова А.А., Ульченко М.В., с. 116]. Под уникальными сеноманскими локализованы месторождения валанжинского («жирного») газа в неоком-юрских отложениях на глубинах 1700–3200 метров, большая часть из которых находится в разработке. Валанжинский газ, состоящий из метана, этана, пропана, бутана и более тяжёлых фракций (газового конденсата), требует переработки с выделением тяжёлых фракций, что повышает себестоимость его добычи<sup>3</sup>.

### ***Характеристика освоения разрабатываемых месторождений природного газа Ямальской НГО***

На данный момент разрабатываемым являются НГКМ Бованенковское, а также месторождения, входящие в Новопортовский узел нефтегазонакопления (НГКМ Новопортовское, ГМ Каменномысское (суша)).

НГКМ Бованенковское входит в Бованенковскую промышленную зону (ПЗ). Введены в эксплуатацию: ГП-1 в 2012 г., ГП-2 в 2014 г., ГП-3 в 2018 г. Проектный уровень 115 млрд м<sup>3</sup> в год добычи (при освоении сеноман-аптских залежей) был достигнут в 2019 г. В перспективе, за счёт подключения неоком-юрских залежей, планируется увеличение проектного уровня газодобычи до 140 млрд м<sup>3</sup> в год. С целью вывода газа с НГКМ Бованенковское в Единую систему газоснабжения (ЕСГ) России в 2012 и 2017 г. введён в эксплуатацию газотранспортный коридор до Ухты.

НГКМ Новопортовское (освоение ведётся с 2012 г.) является стратегическим проектом «Газпром нефти» и представляет собой центр мощного кластера добычи УВ, и в первую очередь нефти (сорт нефти получил название *Novy Port*). Особенность НГКМ Новопортовское — высокий газовый фактор. Сложная геология Новопортовского НГКМ, отдалённость от объектов сетевой инфраструктуры с целью повышения эффективности освоения месторождения потребовали создания автономной генерации с использованием собственного сырья — природного и попутного нефтяного газа — газотурбинной электростанции (ГТЭС). На НГКМ Новопортовское также реализуется проект по обратной закачке газа в пласт, для поддержания пластового давления (ППД) и уровня добычи. С этой целью в 2017 г. построена компрессорная станция (КС) с установкой комплексной подготовки газа (УКПГ). Помимо реализуемых проектов на базе НГКМ Новопортовское идёт работа по созданию уникального инфраструктурного проекта, направленного на эффективную монетизацию всех видов УВ (табл. 2).

<sup>3</sup> Глобальные тенденции освоения энергетических ресурсов Российской Арктики. Часть I. Тенденции экономического развития Российской Арктики / под науч. ред. д.э.н. Агаркова С.А., чл.-корр. РАН Богоявленского В.И., д.э.н. Козьменко С.Ю., д.т.н. Маслобоева В.А., к.э.н. Ульченко М.В. Апатиты: изд. Кольского научного центра РАН, 2019. 170 с.

Предполагается, что с каждой тонной извлекаемых жидких УВ на Новопортовском НГКМ одновременно будет добываться до пяти тысяч м<sup>3</sup>.

На Каменномысском ГМ (суша) продуктивны только сеноманские залежи, на месторождении ведутся проектно-изыскательские работы (ПИР). В табл. 2 представлена информация о разрабатываемых месторождениях Ямальской ГНО.

Таблица 2

## Разрабатываемые месторождения Ямальской газонефтеносной области (суша)

Месторождение/ сфера интересов	Распределение свободно- го газа по видам залежей (на 01.01.2016 г.)	Уровень добычи 2019 г.	Реализация проектов на базе место- рождений
НГК Бованенков- ское часть Ме- гапроекта Ямал Газпрома входит в Бованенковскую ПЗ	(A+B <sub>1</sub> +C <sub>1</sub> )+(B <sub>2</sub> +C <sub>2</sub> ): 4185,0+199,5 млрд м <sup>3</sup> – ПГ; 54,5+18,9 млрд м <sup>3</sup> – ГК-т альб-сеноман -32% апт – 52,1 % валанжин (неоком) – 8,3% юра – 7,6%	свободный газ – 115 млрд м <sup>3</sup>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> МГП Бованенко-Ухта-Торжок-1  МГП Бованенко-Ухта-Торжок-2  ПМ – 115 млрд м<sup>3</sup> </div> <div style="text-align: center;">↓ ↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: auto; margin-right: auto;"> МГП Ямал-Европа </div>
НГК Новопортов- ское часть Ме- гапроекта Ямал Газпрома входит в южную ПЗ веду- щее сырье – нефть (с 2014 г.)	(A+B <sub>1</sub> +C <sub>1</sub> )+(B <sub>2</sub> +C <sub>2</sub> ): 267,9+33,4 млрд м <sup>3</sup> – ПГ; 16,8+1,6 млрд м <sup>3</sup> – ГК-т альб-сеноман –5,4 % валанжин (неоком) -62,2 юра – 32,4%	нефть–7,7 млн т на базе УКПГ попутный нефтяной газ подвергается компри- мированию в объёме– 8,59 млрд м <sup>3</sup> Утилизация ПНГ -95%, из них: - закачка ПНГ в пласт в целях ППД – 89-93% - топливо для ГТЭС – 2- 3%	Проект (ввод 2022 г): 1. строительство КТВО – ПМ: - по ПНГ – 11,03 млрд м <sup>3</sup> , - природный газ – 5,07 млрд м <sup>3</sup> 2. строительство ГТС: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> ГТС Новопортовское-Ямбург  (115 км)  ПМ – 20,5 млрд м<sup>3</sup> </div> <div style="text-align: center;">↓ ↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: auto; margin-right: auto;"> ГТС Ямбург-Тула-1  ГТС Ямбург-Тула-2 </div>
Г Каменномысское (суша) часть Ме- гапроекта Ямал Газпрома входит в южную ПЗ	A+B <sub>1</sub> +C <sub>1</sub> : 34,6 млрд м <sup>3</sup> – ПГ альб-сеноман –100%	н/д	- ведётся разработка ТКП по выпол- нению ПИР, - ведётся подготовка техсхемы раз- работки пласта ПК1 (сеноманский ярус)

ПГ – природный газ; ГК-т – газовый конденсат; ПНГ – попутный нефтяной газ; ПМ – проектная мощность; КТВО – Комплекс технологических и вспомогательных объектов; ТКП – технико-коммерческое предложение; ГТС – газотранспортная система; МГП – магистральный газопровод

**Дифференциация месторождений Ямальской НГО по степени их перспективности**

Освоение месторождений углеводородов Ямальской НГО неоднократно откладывалось по причине труднодоступности районов арктической зоны, экологической составляющей, выраженной, в первую очередь, слабой восприимчивостью природной среды к техногенным нагрузкам и длительным периодом самовосстановления, полным отсутствием промышленной и социальной инфраструктуры [11, Bogoyavlensky V.]. Сложные природно-климатические условия – распространение вечномёрзлых, пучинистых и засоленных грунтов, термоэрозионных и термокарстовых процессов, большое количество озёр и рек со сложным гидрологическим режимом – усугубляют проблему освоения региона.

Ввод в разработку новых месторождений углеводородов требует решения комплексной наукоёмкой технической проблемы и, соответственно, значительных объёмов инвестиций. Принятие решения о разработке новых месторождений в условиях значительной неопределённости является, по существу, крупнейшей стратегической задачей, требующей учёта всех (технических, организационных и инвестиционных) составляющих. Успешная реализация проекта в первую очередь сопряжена с уникальностью каждого месторождения УВ. Наиболее рентабельными считаются только гигантские и уникальные по величине месторождения, где сосредоточено более 90% начальных запасов природного газа.

Анализ распределения месторождений с учётом их горно-геологических характеристик [12, Люгай Д.В., Соин Д.А., Скоробогатко А.Н.], оценки природно-климатических условий, экологической составляющей и наличие или отсутствие промышленной и социальной инфраструктуры позволяют дифференцировать месторождения Ямальской НГО (распределённый фонд недр) по степени их перспективности, выделить предполагаемые очереди реализации проекта по освоению углеводородных ресурсов (табл. 3–6).

Таблица 3

Распределённый фонд недр, разведываемые месторождения (1-я очередь реализации проекта)

Месторождение/ сфера интересов	Распределение свободного газа по видам залежей (на 01.01.2016 г.)	Планируемые сроки ввода в эксплуатацию / проект на базе месторождений
<b>1-я очередь газодобычи</b>		
<b>ГК Харасавэйское</b> часть Мегaproекта Ямал Газпрома входит в Бованенковскую ПЗ	$(A+B_1+C_1)+(B_2+C_2)$ : 1330,3+358,6 млрд м <sup>3</sup> – ПГ; 45,0+29,2 млрд м <sup>3</sup> – ГК-т альб-сеноман-16,1 % апт — 53,1 % валанжин (неоком) -29,8 юра — 1%	<b>Проект (ввод в 2023 г.):</b> 1. строительство: УКПГ; ДКС; кустов эксплуатационных газовых скважин, транспортной и энергетической инфраструктуры 2. строительство ГТС: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0; text-align: center;">ГТС Харасавэй-Бованенко (100 км) ПМ – 20,5 млрд м<sup>3</sup></div> <div style="text-align: center;">↓ ↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0; text-align: center;">МГП Бованенко-Ухта-Торжок-1 (2012 г.) МГП Бованенко-Ухта-Торжок-2 (2017 г.) МГП Бованенко-Ухта-Торжок-3 (2023 г.) общая ПМ – 160 млрд м<sup>3</sup></div> <div style="text-align: center;">↓ ↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0; text-align: center;">МГП Ямал-Европа МГП Северный поток 1, 2</div>
ДКС — дожимная компрессорная станция; УКПГ — установка комплексной подготовки газа		

Таблица 4

Распределённый фонд недр, разведываемые месторождения (2-я очередь реализации проекта)

Месторождение/ сфера интересов	Распределение свободного газа по видам залежей (на 01.01.2016 г.)	Планируемые сроки ввода в эксплуатацию
<b>Г</b> Верхнетитутейское Является ресурсной базой НОВАТЭК для проекта «Обский СПГ»	$(A+B_1+C_1)+(B_2+C_2)$ : 110,7 млрд м <sup>3</sup> -ПГ альб-сеноман-100%	Проект «Обский СПГ» В 2019 г. завершена проработка основных технических решений, начато проектирование и подбор основного оборудования. 1-я линия — ПМ 2,5 млн т (2024 г.) 2-я линия — ПМ 2,5 млн т (2025 г.)
<b>ГК</b> Западно-Сеяхинское Является ресурсной базой НОВАТЭК для проекта «Обский СПГ»	$(A+B_1+C_1)+(B_2+C_2)$ : 95,7+103,5 млрд м <sup>3</sup> -ПГ; 2,5+4,1 млрд м <sup>3</sup> — ГК-т альб-сеноман -31,3% апт — 30,6 % валанжин (неоком) — 38,1%	Ввод НГКМ в эксплуатацию — 2026 г.
<b>НГК</b> Тамбейское (Северо-Тамбейское, Западно-Тамбейское, Тасийское) часть Мегaproекта Ямал Газпрома входит в Тамбейскую ПЗ	$(A+B_1+C_1)+(B_2+C_2)$ : 1490,4+410,3 млрд м <sup>3</sup> -ПГ; 61,5+28,1 млрд м <sup>3</sup> — ГК-т альб-сеноман-30,8% апт — 41,5 % валанжин (неоком) — 17,5% юра — 10,2	Ввод ГКМ в эксплуатацию — 2028 г.
<b>ГК</b> Крузенштернское <b>Г</b> Южно-Крузенштернское часть Мегaproекта Ямал Газпрома входит в Бованенковскую ПЗ	$(A+B_1+C_1)+(B_2+C_2)$ : 623,8+305,2 млрд м <sup>3</sup> -ПГ; 0,7+1,9 млрд м <sup>3</sup> — ГК-т альб-сеноман -78,8% апт — 21,2 %	Является пилотной площадкой по добыче полезных ископаемых из палеозойских отложений в ЯНАО. Ввод в разработку планируется после 2022 г.
<b>ГМ</b> БлижнеНовопортовское входит в Ямальский кластер «Газпром нефти»	$A+B_1+C_1+C_2$ : 4 млрд м <sup>3</sup> -ПГ Палеозойские карбонатные отложения (ТРИЗ) — 100%	Ввод ГКМ в промышленную разработку — 2023 г. Ввод скважин — 2024 г.
<b>ГК</b> Хамбате́йское часть Мегaproекта Ямал Газпрома входит в Южную ПЗ	$(A+B_1+C_1)+(B_2+C_2)$ : 15,7+18,7 млрд м <sup>3</sup> -ПГ; 1,2+1,4 млрд м <sup>3</sup> — ГК-т валанжин (неоком) — 100%	выполняются ПИР по обустройству Мало-Ямальского ГКМ (планируемый срок выполнения ПИР — 2021 г.)
<b>ГК</b> Мало-Ямальское часть Мегaproекта Ямал Газпрома входит в Южную ПЗ	$(A+B_1+C_1)+(B_2+C_2)$ : 114,7+114,0 млрд м <sup>3</sup> -ПГ; 7,1+12,3 млрд м <sup>3</sup> — ГК-т альб-сеноман — 21,2 % юра — 78,8%	

Таблица 5

Распределённый фонд недр, разведываемые месторождения (3-я очередь реализации проекта)

Месторождение/ сфера интересов	Распределение свободного газа по видам залежей (на 01.01.2016 г.)	Планируемые сроки реализации проекта
<b>ГК</b> Малыгинское часть Мегaproекта Ямал Газпрома входит в Тамбейскую ПЗ	$(A+B_1+C_1)+(B_2+C_2)$ : 439,5+305,6 млрд м <sup>3</sup> -ПГ; 18,9+30,2 млрд м <sup>3</sup> — ГК-т альб-сеноман -16% апт — 42 % валанжин (неоком) — 16% юра — 26%	Ведутся ПИР. Срок ввода ГКМ в эксплуатацию не определён
<b>Г</b> Сядорское ресурсная база НОВАТЭК входит в Тамбейскую ПЗ	$(A+B_1+C_1)+(B_2+C_2)$ : 24,6 млрд м <sup>3</sup> -ПГ альб-сеноман -100%	Ведутся ПИР. Срок ввода ГКМ в эксплуатацию не определён

Таблица 6

## Распределённый фонд недр, разведываемые месторождения (малоперспективные)

Месторождение/ сфера интересов	Распределение свободного газа по видам залежей (на 01.01.2016 г.)	Планируемые сроки реализации проекта
Г Усть-Юрибейское ресурсная база ООО "Усть-Юрибей"	(A+B <sub>1</sub> +C <sub>1</sub> )+(B <sub>2</sub> +C <sub>2</sub> ): 11,9+1,9 млрд м <sup>3</sup> –ПГ валанжин (неоком) -100%	Срок освоения ГМ не определён

В табл. 7 представлены сводные показатели распределения свободного газа по видам залежей распределённого фонда месторождений Ямальской НГО (суша).

Таблица 7

## Распределение свободного газа по видам залежей месторождений Ямальской газонефтеносной области (суша) распределённого фонда (%)

Юрско-меловые отложения				Палеозойские отложения
альб-сеноман	апт	валанжин (неоком)	юра	карбон
Разрабатываемые месторождения				
30,7	48,4	11,7	9,2	-
1-я очередь реализации проекта				
16,1	53,1	29,8	1	-
2-я очередь реализации проекта				
45,2	30,7	13,0	11,0	0,1
3-я очередь реализации проекта				
18,6	40,7	15,5	25,2	-
малоперспективные				
-	-	100,0	-	-
<b>Итого по всем месторождениям распределенного фонда</b>				
32,13	42,83	15,4	9,6	0,04

Отдельные месторождения Ямальской НГО относятся к нераспределённому фонду недр (НФН), при этом наиболее значимые из них в целях обеспечения энергетической безопасности являются объектами федерального значения, имеющими стратегическое значение для газоснабжения Российской Федерации. Согласно оценке данных месторождений (табл. 8), основные запасы свободного газа сосредоточены в апт-альбсеноманском нефтегазоносном комплексе.

Таблица 8

## Распределение свободного газа по видам залежей по месторождениям имеющие стратегическое значение для газоснабжения РФ, отнесенные к объектам федерального значения (НФН) (%)

Месторождение	Распределение свободного газа по видам залежей (на 01.01.2016 г.)		
	альб-сеноман	апт	валанжин (неоком)
НГК Арктическое	68,75	18,75	12,5
НГК Нурминское	17,6	32,4	50,0
НГК Ростовцевское	10,7	10,7	78,6
НГК Нейтинское	31,25	50,0	18,75

Таким образом, по характеру выявленной продуктивности основным доминант-комплексом Ямальской НГО по ресурсам свободного газа выступают альб-сеноманский и аптский, где сконцентрированы основные запасы газа [11, Vогоуавленску V.]. Следует отметить, что основу углеводородного потенциала данной НГО составляют месторождения, кото-

рые приурочены к крупным тектоническим элементам, а именно ко всем положительным замкнутым структурам 2 и 3 порядков: Нурминскому мезовалу — Бованенковское НГКМ, Верхнетиутейское ГМ, Западно-Сеяхинское ГКМ, Северо-Бованенковское ГМ (НФН), Восточно-Бованенковское ГМ (НФН); к Южно-Ямальскому валу — Новопортовское НГКМ, Мало-Ямальское ГКМ; Харасавэйскому куполовидному поднятию — Харасавэйское ГКМ, Малыгинскому валу — Малыгинское ГКМ; к Южно-Тамбейскому куполовидному мезоподнятию — Южно-Тамбейское ГКМ; к Северо-Тамбейскому мезовалу — Западно-Тамбейское НГКМ, Северо-Тамбейское ГКМ, Тасийское ГКМ; к Бованенковско-Арктическому крупному валу — Нейтинское НГК (НФН), Арктическое НГК (НФН).

Для Структурно-пониженных зон Ямальской НГО характерны одно-трёхзалежные небольшие и средние по величине месторождения с залежами углеводородов в сеномане и неокоме [5, Kontorovich A.E.]. Так к «...структурам на восточном погружении Нурминского мезовала (Сеяхинская структурная терраса) приурочены месторождения: Верхнетиутейское ГМ, Западно-Сеяхинское ГКМ, Северо-Бованенковское ГМ (НФН), Восточно-Бованенковское ГМ (НФН); к северу и востоку от Южно-Ямальского вала — Ростовцевское НГКМ (НФН), Нурминское НГКМ (НФН), Среднеямальское НГКМ (НФН), Хамбатейское ГКМ, Каменномысское (суша) ГМ и др.» [12, Люгай Д.В., Соин Д.А., Скоробогатько А.Н., с. 31]. Можно предположить, что «...характер газоносности разреза отдельных перспективных площадей в первую очередь зависит от их тектонической приуроченности» [12, Люгай Д.В., Соин Д.А., Скоробогатько А.Н., с. 31].

### **Заключение**

Проведённая оценка газового потенциала Ямальской НГО позволяет сделать вывод, что степень разведанности запасов природного газа (отношение разрабатываемых и разведанных запасов к общему объёму), по данным Государственного баланса на 01.01.2017 (табл. 1) достаточно высока и составляет: 81,4% (свободный газ), 61,9% (конденсат). Доля добычи / потери разрабатываемых и разведанных запасов находится на уровне статистической погрешности и составляет: по свободному газу — 2,1%, конденсату — 0,2%.

В обозримом будущем стратегия расширения и освоения углеводородного потенциала Ямальской НГО будет направлена на проведение поисково-разведочных работ с целью перевода прогнозных ресурсов в промышленные запасы природного газа, в том числе за счёт расширения районов газодобычи, при этом лидерство от сеномана перейдет к альбу и особенно апту, где он, в отличие от сеномана и юры, особенно перспективен. При этом геологические риски освоения углеводородного потенциала минимальны, по сравнению с акваторией северных и дальневосточных морей, включая шельф Карского моря, которые требуют колоссальных финансовых, технологических затрат. Проведение геологоразведочных работ, организация добычи, переработки и транспортировки природного газа в труднодоступных арктических районах Ямальской НГО потребует значительных инвестиционных ре-

сурсов и станет, по сути, транснациональной задачей, так как именно ямальский газ в ближайшие десятилетия остаётся гарантом энергетической безопасности России и составляет основу газоснабжения отдельных стран Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР).

Разворачивание масштабных инвестиционных проектов в газовой отрасли Арктической зоны России имеет фундаментальное геополитическое значение, так как является инструментом экономического освоения регионального пространства и укрепления регионального присутствия России в Арктике<sup>4</sup>, а также обеспечивает устойчивость и экономическую безопасность арктических регионов, создавая кумулятивный эффект, который будет направлен не только на увеличение производства и экспорта российского природного газа, но и будет способствовать развитию процессов регионального развития Арктики, а именно:

- увеличению грузооборота СМП;
- повышению транспортно-инфраструктурного потенциала региона;
- строительству инфраструктурных объектов газовой отрасли, включая новые терминалы по перевалке СПГ на Камчатке и в Мурманской области;
- газификации арктических территорий;
- развитию отечественного судостроения;
- расширению научно-технической базы; созданию порядка 90 тыс. новых высокотехнологичных рабочих мест;
- росту налоговых поступлений в федеральный и региональный бюджеты и пр.

### ***Благодарности и финансирование***

Работа выполнена в рамках темы №0226-2019-0028 ИЭП «Взаимодействие глобальных, национальных и региональных факторов в экономическом развитии Севера и Арктической зоны Российской Федерации» по государственному заданию ФИЦ КНЦ РАН.

### ***Литература***

1. Kozmenko S., Saveliev A., Teslya A. Impact of global and regional factors on dynamics of industrial development of hydrocarbons in the Arctic continental shelf and on investment attractiveness of energy projects // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2019. 302:012124. DOI: 10.1088/1755-1315/302/1/012124
2. Agarkov S.A., Saveliev A.N., Kozmenko S.Y., Ulchenko M.V., Shchegolkova A.A. Spatial organization of economic development of energy resources in the Arctic region of the Russian Federation // Journal of Environmental Management and Tourism. 2018. Vol. 9. No. 3 (27), Pp. 605–623. DOI: 10.14505/jemt.v9.3(27).21
3. Козьменко С.Ю., Афанасьев Р.А. Пространственная организация освоения энергетических ресурсов Западной Арктики // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2013. № 2 (33). С. 33–38.
4. Лаверов Н.П., Богоявленский В.И., Богоявленский И.В. Фундаментальные аспекты рационального освоения ресурсов нефти и газа Арктики и шельфа России: стратегия, перспективы и проблемы // Арктика: экология и экономика. 2016. № 2 (22). С. 4–13.

<sup>4</sup> Там же.

5. Kontorovich A.E. Ways of developing oil and gas resources in the Russian sector of the Arctic // *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2015. Vol. 85. No. 3, Pp. 213–222. DOI: 10.1134/S1019331615030120
6. Щеголькова А.А., Ульченко М.В. Воспроизводство запасов природного газа в российской Арктике: экономический аспект // *Известия Санкт–Петербургского государственного экономического университета*. 2018. № 5 (113). С. 113–120.
7. Козьменко С.Ю., Савельев А.Н., Тесля А.Б. Глобальные и региональные факторы промышленного освоения углеводородов континентального шельфа Арктики // *Известия Санкт–Петербургского государственного экономического университета*. 2019. № 3 (117). С. 65–73.
8. Kontorovich V.A., Kontorovich A.E. Geological structure and petroleum potential of the Kara Sea shelf // *Doklady Earth Sciences*. 2019. Vol. 489. No. 1. Pp. 1289–1293. DOI: 10.1134/S1028334X19110229
9. Скоробогатов В.А., Кабалин М.Ю. Западно-Арктический шельф Северной Евразии: запасы, ресурсы и добыча углеводородов до 2040 и 2050 гг. // *Neftegaz.RU*. 2019. № 11 (95). С. 36–51.
10. Ананенков А.Г., Мастепанов А.М. Газовая промышленность России на рубеже XX и XXI веков: некоторые итоги и перспективы: монография. Москва: Газоил пресс, 2010. 306 с.
11. Bogoyavlensky V. The Arctic and World Ocean: Current State, Prospects and Challenges of Hydrocarbon Resources Development / 21st World Petroleum Congress, Moscow, Russia, June 2014. *Responsibly energising a growing world. Abstract book*. 2014.
12. Люгай Д.В., Соин Д.А., Скоробогатько А.Н. Особенности нефтегазоносности полуострова Ямал в связи с оценкой перспектив южной части Карского моря // *Научно-технический сборник. Вести газовой науки*. 2017. № 3 (31). С. 29–35.

## References

1. Kozmenko S., Saveliev A., Teslya A. Impact of Global and Regional Factors on Dynamics of Industrial Development of Hydrocarbons in the Arctic Continental Shelf and on Investment Attractiveness of Energy Projects. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 2019. 302:012124. DOI: 10.1088/1755-1315/302/1/012124
2. Agarkov S.A., Saveliev A.N., Kozmenko S.Y., Ulchenko M.V., Shchegolkova A.A. Spatial Organization of Economic Development of Energy Resources in the Arctic Region of the Russian Federation. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 2018, vol. 9, no. 3 (27), pp. 605–623. DOI: 10.14505/jemt.v9.3(27).21
3. Koz'menko S.Yu., Afanasiev R.A. Prostranstvennaya organizatsiya osvoeniya energeticheskikh resursov Zapadnoy Arktiki [Spatial Organization of Energy Resources Development in Western Arctic]. *Sever i Rynok: Formirovanie Èkonomičeskogo Porâdka*, 2013, no. 2 (33), pp. 33–38.
4. Laverov N.P., Bogoyavlensky V.I., Bogoyavlensky I.V. Fundamental'nye aspekty ratsional'nogo osvoeniya resursov nefti i gaza Arktiki i shel'fa Rossii: strategiya, perspektivy i problemy [Fundamental Aspects of the Rational Development of Oil and Gas Resources of the Arctic and Russian Shelf: Strategy, Prospects and Challenges]. *Arktika: ekologiya i ekonomika* [Arctic: Ecology and Economics], 2016, no. 2 (22), pp. 4–13.
5. Kontorovich A.E. Ways of Developing Oil and Gas Resources in the Russian Sector of the Arctic. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 2015, vol. 85, no. 3, pp. 213–222. DOI: 10.1134/S1019331615030120
6. Shchegolkova A.A., Ulchenko M.V. Vosproizvodstvo zapasov prirodnogo gaza v rossiyskoy Arktike: ekonomicheskiy aspekt [Reproduction of Natural Gas Reserves in the Russian Arctic: Economic Aspect]. *Izvestiya Sankt–Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [News of the Saint Petersburg State University of Economics], 2018, no. 5 (113), pp. 113–120.
7. Kozmenko S.Y., Saveliev A.N., Teslya A.B. Global'nye i regional'nye faktory promyshlennogo osvoeniya uglevodorodov kontinental'nogo shel'fa Arktiki [Global and Regional Factors of Industrial Development of the Hydrocarbons of the Continental Shelf of the Arctic]. *Izvestiya Sankt–Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [News of the Saint Petersburg State University of Economics], 2019, no. 3 (117), pp. 65–73.

8. Kontorovich V.A., Kontorovich A.E. Geological Structure and Petroleum Potential of the Kara Sea Shelf. *Doklady Earth Sciences*, 2019, vol. 489, no. 1, pp. 1289–1293. DOI: 10.1134/S1028334X19110229
9. Skorobogatov V.A., Kabalin M.Yu. Zapadno-Arkticheskiy shel'f Severnoy Evrazii: zapasy, resursy i добыча углеводородов до 2040 i 2050 gg. [Western-Arctic Shelf of Northern Eurasia: Reserves, Resources and Production of Hydrocarbons until 2040 and 2050]. *Neftegaz.RU*, 2019, no. 11 (95), pp. 36–51.
10. Ananenkov A.G., Mastepanov A.M. *Gazovaya promyshlennost' Rossii na rubezhe XX i XXI vekov: nekotorye itogi i perspektivy: monografiya* [Gas Industry of Russia at the Turn of the 20th and 21st Centuries: Some Results and Prospects]. Moscow, Gazoil Press Publ., 2010, 306 p. (In Russ.)
11. Bogoyavlenny V. The Arctic and World Ocean: Current State, Prospects and Challenges of Hydrocarbon Resources Development. 21st World Petroleum Congress, Moscow, 2014. Responsibly energising a growing world. Abstract book, 2014.
12. Lyugay D.V., Soin D.A., Skorobogatko A.N. Osobennosti neftegazonosnosti poluostrova Yamal v svyazi s otsenkoy perspektiv yuzhnoy chasti Karskogo morya [Features of Oil-Gas-Bearing Capacity of Yamal Peninsular in Respect to Estimation of Prospects for a Southern Part of Kara Sea]. *Vesti Gazovoy Nauki* [Gas Science Bulletin], 2017, no. 3(31), pp. 29–35.

Статья принята 11.04.2021