

УДК 553.981

Основы теории формирования минерально-сырьевой базы газодобычи крупных регионов и компаний

В.А. Скоробогатов^{1*}, Д.Я. Хабибуллин²

¹ ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Российская Федерация, 142717, Московская обл., Ленинский р-н, с.п. Развилковское, пос. Развилка, Проектируемый пр-д № 5537, вл. 15, стр. 1

² ПАО «Газпром», Российская Федерация, 190000, г. Санкт-Петербург, BOX 1255

* E-mail: V_Skorobogatov@vniigaz.gazprom.ru

Ключевые слова: формирование минерально-сырьевой базы, газ, углеводороды, Россия.

Тезисы. Сырьевую базу газовой отрасли составляют текущие разведанные и предварительно оцененные геологические и извлекаемые запасы, а также прогнозные (неоткрытые) ресурсы, реально существующие в недрах. Важной компонентой минерально-сырьевой базы (МСБ) служит и накопленная добыча из ранее открытых месторождений.

Важнейшее направление развития МСБ газа – проведение успешных поисково-разведочных работ на лицензионных участках компаний-операторов. При этом существенное значение имеют оценка и минимизация всевозможных рисков: ресурсно-геологических, географических, геополитических и др.

Добыча нефти, газа и угля определяется текущими геологическими и извлекаемыми запасами. Отношение текущих разведанных запасов к начальным показывает степень выработанности месторождений и залежей. Дальнейшее развитие МСБ газа зависит от требований рынка (мирового, региональных), конъюнктурных и геополитических условий, соотношения спроса и предложения, изученности недр и освоенности их газового потенциала.

Динамика изменения разведанных запасов в ближней и средней перспективах есть основа развития МСБ. Главные принципы развития МСБ – достаточность и самодостаточность, непрерывность и оптимизация, минимизация рисков, выборочность разведки.

Стратегия развития МСБ представляет собой структурированное руководство (предписательно-рекомендательного характера) к действию в быстро меняющихся ресурсно-геологических, экономических и геополитических условиях управления недрами с целью определения оптимальных направлений и параметров для достижения максимальных итоговых результатов: оптимального соотношения отбора (добычи) и прироста (приобретения) запасов за счет всех возможных источников их получения с как можно более длительным сохранением их положительных пропорций в масштабах крупных геологических объектов (стран, регионов, областей, районов).

Основу стратегического ресурсного обеспечения развития МСБ газовой промышленности России составляют величина и структура потенциальных ресурсов свободного газа, а также имеющаяся и планируемая инфраструктура по добыче и дальнему транспорту углеводородов. Стабильное развитие МСБ обеспечивается за счет использования всех составляющих потенциальных ресурсов в различных регионах страны. Первой стратегической составляющей развития МСБ газовой промышленности России является наличие разведанных запасов газа. Вторая стратегическая составляющая – перспективные ресурсы локальных адресных объектов, подготовленных к бурению или выявленных, а также прогнозные нелокализованные ресурсы неизученных поисковым бурением комплексов отложений. Третья стратегическая составляющая, обеспечивающая развитие МСБ газа России и крупных добывающих компаний, – величина и структура ресурсов газа и нефти малоизученных и вовсе неизученных глубоким поисковым бурением областей, районов, зон, комплексов пород.

Минерально-сырьевая база (МСБ) добычи полезных ископаемых, в частности горючих, – первооснова, фундамент деятельности и развития всех горнодобывающих отраслей промышленности стран и регионов мира, в том числе и крупных компаний-операторов (недровладельцев).

В рамках нефтегазовой геологии учение об МСБ углеводородов (УВ) оформилось в самостоятельное направление благодаря работам геологов Мингазпрома В.Г. Васильева, В.И. Ермакова, Ю.П. Мирончева, В.И. Старосельского, В.П. Ступакова и др. (1963–2000 гг.) [1, 2, 3] и до настоящего времени развивается их учениками и продолжателями – В.В. Рыбальченко, В.А. Скоробогатовым, Д.Я. Хабибуллиным и др.

Сырьевую базу любой добывающей отрасли составляют текущие разведанные (= доказанные) и предварительно оцененные геологические и извлекаемые запасы,

а также прогнозные (неоткрытые) ресурсы, реально существующие в недрах. Важной компонентой МСБ является и накопленная добыча из ранее открытых и длительно эксплуатируемых месторождений. Основы учения об МСБ газа и нефти в современном понимании изложены в публикациях 2000–2017 гг. [3–6]. Поскольку сырьевая база находится в постоянном движении, изменении (добыча/приросты, пересчеты и операции с активами – увеличение/уменьшение запасов и ресурсов), очевидна необходимость постоянного мониторинга ее состояния и оценки будущих изменений. Важнейшее направление развития МСБ газа – проведение успешных поисково-разведочных работ (ПРР) на лицензионных участках (ЛУ) компаний-операторов. При этом существенное значение имеют понимание, оценка и преодоление (минимизация) всевозможных рисков: ресурсно-геологических, географических, геополитических и др. Функциональная схема создания и развития МСБ газа и нефти отражена на рисунке.

Весь длительный период ведения масштабных ПРР на газ в России (конец сороковых годов XX в. – второе десятилетие XXI в.) подразделяется на двадцатилетние периоды 1951–1970 гг., 1971–1990 гг., 2001–2020 гг. с разделяющим их кризисным десятилетием поисково-разведочной «неопределенности» 1991–2000 гг., возникшей в силу известных причин. Каждый из выделенных периодов отличается своими подходами к планированию и проведению работ на всей территории России в рамках развития МСБ газодобычи.

В *первый период* (1951–1970 гг.) создания и развития МСБ – рекогносцировочно-подготовительный (поисково-оценочный) – повсеместно открывались малые, реже средние по запасам газосодержащие месторождения, за исключением Северного Кавказа, где сразу были обнаружены крупнейшее Северо-Ставропольско-Пелагиадинское газовое (1950 г.) и крупные Анастасиево-Троицкое (1953 г.) и Мирненское, Майкопское



Последовательность действий в развитии нефтегазовой геологии, формировании и освоении МСБ добычи УВ: ГРП – геологоразведочные работы; ТЭПЛ – технико-экономические предложения по лицензированию; УВС – углеводородные скопления

и Ленинградское (все три в 1958 г.) газоконденсатные месторождения; наиболее значительные по запасам найдены в Предкавказско-Крымской провинции (более 30 млрд м³ каждое).

Второе десятилетие этого периода (1961–1970 гг.) ознаменовалось открытием гигантских и уникальных газосодержащих месторождений в европейских регионах России и в Западно-Сибирской мегапровинции (Уренгойского, Заполярного, Медвежьего и др.), многих крупных месторождений в Вилуйской впадине Восточной Сибири. К концу периода были выявлены месторождения-лидеры всех провинций на суше России, кроме Восточно-Сибирской мегапровинции.

К 1971 г. в России был создан мощный поисковый задел для дальнейшего развития МСБ газодобычи.

Второй период (1971–1990 гг.) – поисково-разведочный – характеризовался расширением поисков на всю перспективную территорию осадочных бассейнов России, включая Восточную Сибирь, и активной разведкой ранее открытых гигантских и уникальных газосодержащих месторождений и вновь открываемых месторождений и залежей различной крупности. Уже тогда разведка многих удаленных сложнопостроенных месторождений УВ на суше и ряда месторождений на арктическом шельфе консервировалась «до лучших времен». Этот период по праву может быть назван периодом поисков крупных и крупнейших месторождений (в Сибири) и разведки гигантов (во всех регионах) с их быстрым освоением и ростом добычи УВ.

К концу периода были достигнуты максимальные результаты по приростам разведанных запасов газа (1,8...2,2 трлн м³ в год), новым открытиям месторождений (60...70 ежегодно), добыче газа (641 млрд м³/год). Период «большой разведки» в России завершился в 1991–1992 гг.

К моменту окончания второго периода сырьевая база важнейших регионов России (суша) была сформирована практически в том виде, в котором она пребывает в настоящее время (естественно, в динамике отбора/прироста), однако в Восточной Сибири и на арктическом шельфе ее формирование только начиналось (были открыты, но совершенно не разведаны крупнейшие месторождения-лидеры по запасам газа в этих регионах – Ковыктинское, Чайндинское, Штокмановское, Ленинградское и др.).

В переходный период (1992–2000 гг.) наблюдалась стагнация процесса ПРР во всех регионах России и по всем компаниям-операторам. В 1993 г. был создан концерн, а в дальнейшем РАО «Газпром», которое в первое десятилетие проводило ПРР в ограниченных объемах, так же, как и большинство вновь созданных нефтяных компаний, вплоть до 2002 г.

С наступлением нового XXI в. начался *современный* (2001–2020 гг.) период развития МСБ газодобычи в России (при этом два первых года – тоже еще переходные), характерными чертами которого являются:

- поиск и открытие последних на суше крупнейших и ряда крупных по запасам месторождений на севере Западной и на юге Восточной Сибири;

- масштабное опоскование месторождений-гигантов по глубоким горизонтам и их доразведка по ведущим залежам в средних горизонтах;

- начало, возобновление и продолжение ПРР в Обской и Тазовской губах и в пределах открытого шельфа Карского моря, на баренцево-морском и охотоморском шельфах.

Большинство крупных и средних компаний-операторов после 2010 г. сделали ставку именно на разведку и доразведку крупных контролируемых месторождений с приростом разведанных запасов путем перевода запасов кат. С₂ в кат. В+С₁, а не на поиск новых месторождений и залежей.

К концу второго десятилетия XXI в. практически завершатся доразведка основных газосодержащих залежей и опоскование глубоких горизонтов ведущих по запасам месторождений (Большого Уренгоя, Ямбургского, группы Северо-Ямальных месторождений, Ковыктинского и Чайндинского на юге Восточной Сибири, богатейшего на шельфе Сахалина Кириинско-Лунского блока и др.).

Предлагается следующая архитектура основных элементов МСБ – текущих разведанных запасов УВ – любой компании нефтегазового профиля (с примерами по Группе «Газпром»):

- 1) накопленная добыча (Q), определяющая текущую выработанность начальных разведанных запасов в целом и по важнейшим, базовым, месторождениям;

- 2) запасы месторождений и залежей УВ:

- с падающей добычей;

- с постоянной добычей в районах современной Единой системы газоснабжения (ЕСГ) и охваченных ее инфраструктурой;

- с увеличивающейся добычей, но до выхода «на полку» постоянной добычи;

- находящихся в плановом, как правило, ближнем резерве (ожидание ввода в эксплуатацию по ряду причин: отсутствие газо- и нефтепроводов, неблагоприятная текущая конъюнктура мирового и регионального рынков энергоносителей, недостаток финансирования для обустройства и др.);

- находящихся в вынужденном резерве с неопределенными сроками промышленного освоения (подготовленные запасы есть, но как их использовать, неясно);

- с экологическими и геохимическими ограничениями (Астраханское газоконденсатное месторождение);

- удаленных от ЕСГ и газопроводов (на 200 км и более);

- глубокопогруженных, сложнопостроенных с аномальными термобароглубинными условиями локализации;

- с коллекторами, локализованными на разных глубинах (2...4 км), но «пограничными» с точки зрения фильтрационно-емкостных свойств (проницаемость: для газа 0,1...0,5 мД, для нефти 0,3...1,0 мД) и добывных возможностей (дебиты: газа 40...60 тыс. м³/сут, нефти 2...5 т/сут).

К высоконадежным запасам на ближнюю перспективу (до 8...10 лет) относятся запасы месторождений:

- с возрастающей и постоянной добычей;
- ближнего резерва в ареале современной ЕСГ с залежами на малых и средних глубинах (до 3,0...3,3 км), с высокими добывными возможностями (дебиты более 200...300 тыс. м³/сут, с коэффициентом извлечения газа не менее 0,8 и др.).

Все имеющиеся у какой-либо компании разведанные-доказанные извлекаемые запасы не могут одновременно использоваться полностью для добычи. Обычно в эксплуатации находится не более 50...60 %.

Добыча того или иного вида полезных ископаемых, в том числе горючих (нефти, газа, угля), определяется текущими геологическими и извлекаемыми запасами. Отношение текущих разведанных запасов к начальным показывает степень выработанности месторождений и залежей. Дальнейшее развитие МСБ газа

зависит от требований рынка (мирового, региональных), конъюнктурных и геополитических условий, но в конечном итоге определяется соотношением спроса и предложения и состоянием недр преимущественно газоносных регионов, областей и комплексов пород (изученностью и освоенностью их газового потенциала).

Динамика изменения разведанных запасов (основа МСБ) в ближней и средней перспективе определяется планируемым уровнем добычи газа (жидких УВ), дифференцированным по годам, регионам (областям) и комплексам пород, состоянием текущих разведанных запасов УВ и требуемыми объемами прироста новых запасов газа (конденсата, нефти).

Запасы УВ (начальные, текущие и будущие) зависят от ресурсов – начальных и текущих прогнозных (неоткрытых). Величина ресурсов определяется благоприятными условиями газонефтеобразования, накопления и эволюционной сохранности УВС.

В относительно хорошо изученном бурением регионе (области, районе) прогнозируемые ресурсы УВ (кат. $C_3 + D_1 + D_2$) по определению не могут превышать начальные открытые запасы ($Q + \text{кат. } A + B + C_1 + C_2$), т.е. быть больше 50 % от подсчитанных начальных потенциальных ресурсов (НПР) газа, в противном случае налицо завышение оценок ресурсов.

Главные постулаты теории рационального развития МСБ газонефтедобычи (регионов, областей, добывающих компаний-операторов):

- 1) для укрепления МСБ за счет новых разведанных запасов и ее расширения (географического) путем проведения ПРП по результатам научного прогноза должны выбираться объекты с наибольшими реальными перспективными (локализованными) ресурсами свободного газа (СГ) и нефти;

- 2) разведка открытых месторождений на ближнюю и среднюю перспективы (5...10 лет) по мере появления необходимости в приростах новых запасов должна осуществляться там, где запасы нужнее всего именно в ближайшие годы (за пять-шесть лет до ввода), и чем крупнее по предполагаемым запасам недоразведанные месторождения (залежи), тем раньше нужно возобновлять разведку. При этом следует иметь в виду, что доразведка запасов и детализация строения залежи будут проводиться на начальном этапе освоения и разработки опережающими эксплуатационными скважинами. Доразведка запасов

кат. C_2 с переводом их части в разведанные запасы $B + C_1$ – не бесконечный, а ограниченный по величине и времени источник приростов;

3) поиски новых и оценка вновь открытых месторождений должны быть разделены на среднесрочные и долгосрочные (соответственно 12...15 и 17...20 лет и более) со своей спецификой ведения работ.

При успешных поисковых работах открывают новые месторождения и залежи УВ, при этом часть потенциальных ресурсов переходит в начальные запасы, основная часть которых первоначально составляет предварительно оцененные запасы кат. C_2 . При разведочных работах часть запасов кат. C_2 переходит в запасы кат. C_1 (30...70 % от оцененных сначала запасов $C_1 + C_2$). По мере освоения запасов их часть переходит в накопленную добычу, величина которой отражает степень освоенности запасов, геологических и извлекаемых. Таким образом, все составляющие элементы МСБ находятся в постоянном динамическом изменении, уточнении, вплоть до полного исчерпания извлекаемых запасов и завершения процесса разработки конкретного месторождения и их совокупности в газодобывающем районе и комплексе пород.

МСБ газодобычи, контролируемой любой добывающей компанией, имеет следующую структуру:

1) Q (извлеченная часть начальных запасов) определяет степень освоенности газосодержащих месторождений и залежей, выработанность запасов;

2) текущие разведанные (= доказанные) запасы кат. $A + B + C_1$, геол. и извлеч., с учетом реальных коэффициентов извлечения определяют добычу на ближнюю и среднюю перспективы;

3) предварительно оцененные запасы (кат. C_2), геол./извлеч., подлежат доразведке с целью увеличения промышленных запасов;

4) перспективные ресурсы (кат. D_0) неизученных бурением адресных объектов (невскрытых горизонтов месторождений и перспективных площадей) на ЛУ служат обоснованием постановки ПРР с открытием новых месторождений и залежей;

5) прогнозные ресурсы локализованные (кат. D_1^a) нужны для планирования ГРР на ближнюю перспективу;

6) нелокализованные ресурсы лежат в основе перспективного планирования:

- D_1 – на среднюю и отчасти дальнюю перспективу в рамках конечного опоискования лицензионных участков и выхода с ПРР в новые районы;

- D_2 (по сути, спекулятивные) – на дальнюю перспективу (после 2040 г.)

Проблема неразведанных ресурсов осложняется их вероятностной оценкой и неполной подтверждаемостью. Даже запасы кат. C_2 подтверждаются в ходе доразведки не более чем на 40...80 % (при переводе их в кат. $B+C_1$), неоткрытые ресурсы подтверждаются в ходе ПРР в диапазоне от 10...20 до 80...100 %.

При относительно равномерном разбуривании перспективных территорий (провинций, областей) и геологических объектов (нефтегазоконденсатных) наблюдаются определенные соотношения структурно-буровой изученности и степени освоенности УВ-потенциала (экспертные оценки) в ходе опоискования крупных и средних положительных структур – сводов, мегавалов, куполовидных поднятий (табл. 1).

Таблица 1

Типичные соотношения структурно-буровой изученности и степени освоенности УВ-потенциала

Изученность, %	Освоенность УВ-потенциала, % перевода из реальных ресурсов в разведанные запасы
10	От 5...10 до 25...30
20	35...40 ($B_2 + C_2 \gg B_1 + C_1$)
30	45...50 ($C_1 \sim C_2$)
40	55...60 ($C_1 > C_2$)
50	65...70
60	75...80 ($C_1 \gg C_2$)
70	80...85
80	90...95 (до 100)
90	96...100 (крайне редко до 108...110 в связи с недооценкой ресурсов)

Необходимость непрерывного развития МСБ путем проведения ПРР на газ и нефть обусловлена следующими причинами:

- эра добычи сухого метанового газа (сеноман) северных областей и неоком-аптской нефти Среднего Приобья подходит к концу, за ней достаточно быстро (за 12...15 лет) завершится период аптского газа арктических областей суши (Ямал, Гыдан), структура запасов СГ после 2030 г. начнет неуклонно ухудшаться, освоение же новых регионов подразумевает значительные финансовые и временные затраты, особенно на шельфе, большие геологические и экономические риски;
- в высокоперспективных районах суши и шельфа поисково-разведочный «вакуум» даже на малые периоды неуместен и невозможен, так как он немедленно заполнится другими компаниями-операторами (конкурентами ПАО «Газпром»);
- в районах газо- и нефтедобычи со средней и высокой изученностью недр и освоенностью УВ-потенциала новые, пусть даже небольшие по объему, приросты запасов необходимы для хотя бы частичной компенсации добычи УВ;
- дальнейшее развитие и совершенствование отечественных импортзамещающих технологий, прежде всего в области строительства глубоких скважин, возможны только в ходе наработки собственного опыта, в ряде случаев – в рамках кооперации с компаниями, не участвующими в «санкционной вакханалии».

Стратегию развития МСБ необходимо базируя преимущественно на уникальных, крупнейших и крупных по масштабам приростов объектах (месторождениях, открытых и предполагаемых к открытию в ходе ПРР) прежде всего в пределах крупных центров газодобычи (ЦГД), а многие десятки и сотни мелких и мельчайших залежей «не вытянут» стратегию, ориентир на малые месторождения – тактическое кратковременное направление развития сырьевой базы в небольших по площади районах, зонах и истощенных регионах добычи УВ.

По мере продолжения ПРР и увеличения структурно-буровой изученности перспективных геологических объектов, включая разновозрастные комплексы пород, все более значительная часть ресурсов переходит из неоткрытого состояния в открытые начальные запасы (разведанные и предварительно оцененные).

Первичны именно ресурсы в недрах, подсчитанные с той или иной вероятностью подтверждения в ходе проводки и испытания глубоких скважин, вторичны запасы, третична добыча. Теория формирования и развития МСБ как раз и исходит из иерархической соподчиненности запасов и ресурсов, а в конечном итоге – и динамики добычи, которая контролируется не только ресурсно-геологическими и природными условиями (величиной и условиями локализации скоплений УВ), но и конъюнктурно-экономическими и даже геополитическими факторами.

Основополагающие принципы развития МСБ

1. Принцип достаточности и самодостаточности:

- текущих разведанных высокоэффективных (активных) запасов УВ должно быть достаточно для обеспечения планируемых объемов добычи и поставок на внутренний и внешний рынки на ближнюю (8...10 лет) и среднюю (до 15 лет) перспективы, а для отдельных районов, в частности арктического шельфа, хорошо иметь запас и на средне-дальнюю перспективу (до 20 лет);
- самодостаточность МСБ заключается в необходимости существования ресурсных резервов не только для ее развития (роста добычи) в средней перспективе, но и для увеличения запасов в ходе ГРР в дальней перспективе (25...30 лет). Для этого районы и зоны действия приоритетных интересов добывающих компаний (т.е. ЛУ) должны обладать достаточными *реальными* прогнозными ресурсами УВ.

Отметим, что текущих запасов не может быть много, их может быть только мало и не хватать (временами и местами).

2. Принцип непрерывного развития. Процесс проведения ПРР с целью прироста новых разведанных запасов газа и жидких УВ должен быть непрерывным, по крайней мере в пределах крупных геологических объектов (провинций, областей, районов газонефтегазопромыслов) и для крупных компаний-операторов. В случае отсутствия «подпитки» МСБ новыми запасами она достаточно быстро «проедается» (начинает стремительно уменьшаться, особенно в части высокоэффективных/высокоэкономичных запасов).

3. Принцип соответствия величины и структуры планируемых приростов новых запасов нефти и газа в ходе ПРР реальным

оцененным величинам имеющихся в природе перспективных и прогнозных ресурсов УВ: чего нет в недрах, того не прирастишь (учет реальных ресурсно-геологических возможностей для развития МСБ в аспекте рисков).

4. Принцип оптимизации развития МСБ по срокам и объемам подготовки разведанных запасов для обеспечения новых центров газодобычи и для поддержания эксплуатационной жизни действующих центров. Новые разведанные запасы УВ должны подготавливаться в ходе ПРР заблаговременно, оптимально за 5...15 лет до их ввода в освоение и разработку (в европейской части России – за 2...5 лет), но не за 20...25 лет и более!

5. Принцип концентрации усилий – финансовых, буровых и др. – на наиболее перспективных, выигрышных направлениях развития МСБ и наиболее перспективных объектах поисков и разведки месторождений и залежей УВ, отдача от которых будет максимальной (достаточно высокой).

6. Принцип выборочности разведки. Объемы разведочных работ должны быть дифференцированы по вероятной крупности открытых (вновь открываемых) месторождений и залежей УВ. Для малых по запасам и/или удаленных месторождений целесообразна консервация разведки при сочетании запасов кат. В+С₁ и запасов кат. С₂ в соотношении 30...40 % к 60...70 % и менее. Предельный случай: открыли месторождение (одной-двумя успешными поисковыми скважинами) и на время забыли о нем до лучших времен. Это относится к средним и малым по запасам удаленным и сложно построенным месторождениям УВ. Но даже гиганты часто простаивают подолгу (в Арктике). Яркий пример: открытие газоконденсатных месторождений – Ленинградского и Русановского – на шельфе Карского моря в 1988–1990 гг., их разведка возобновляется только сейчас (2017–2020 гг.).

7. Принцип минимизации рисков, прежде всего геологических и технологических (в идеале – их полное устранение). Качество научного обоснования ПРР, ранжирования и выбора перспективных объектов должно исключить работы на малоперспективных, высоко рискованных геологических объектах, по крайней мере в обозримом будущем: их время когда-нибудь наступит... позже, со смещением на 15...20 лет.

8. Принцип соответствия перспектив дальнейшего развития МСБ уровню геологической (структурно-буровой) и ресурсной изученности недр конкретных объектов (бассейнов, областей, районов, комплексов пород), а также степени их перспективности (по величине и структуре неоткрытых – перспективных и прогнозных – ресурсов УВ). Принята следующая геостратегическая иерархия газонефтедобывающих регионов и областей России для дальнейшего развития МСБ:

- Надым-Пур-Тазовский регион – главный, но существенно истощенный по газу регион с падающей добычей, реальные приросты новых традиционных запасов газа ограничены;
- Ямал (суша) – главный стратегический регион развития газодобычи, но открытие новых крупнейших газосодержащих месторождений (более 100 млрд м³) маловероятно в силу высокой разбуренности крупных положительных структур;

- Восточно-Сибирский регион – стратегический: доразведка и освоение месторождений-гигантов. Целесообразна временная консервация поисковых работ как минимум до 2020–2022 гг.;

- Гыдано-Тазовский регион – необходимо расширение ареала поисковых работ на сушу – в центральные и восточные районы Гыданской области;

- Присахалинский регион (охотоморский шельф, суша Камчатки) – тактический, но есть ограничения по вероятным новым открытиям;

- Приямальский (Южно-Карский) регион – стратегический, на среднюю и дальнюю перспективы: основные приросты разведанных запасов газа ожидаются в 2026–2040 гг. именно на приямальском шельфе;

- Баренцевоморский регион – дальняя стратегия развития МСБ, но добыча и новые приросты ограничены конъюнктурными условиями в Западной Европе;

- области в европейской части России – малые масштабы производства, добычи и новых приростов запасов УВ.

9. Принцип соотношения величины МСБ и ее структурной сложности. Чем сложнее структура сырьевой базы (меньше запасы отдельных месторождений, разбросанных на огромной территории и на шельфе), тем величина текущих запасов и прогнозных ресурсов (под будущие ПРР) должна быть больше

с учетом превышения извлекаемых разведанных запасов над планируемым объемом газодобычи по периодам.

Современное состояние МСБ ПАО «Газпром» характеризуется следующими особенностями:

- базовые залежи газа месторождений европейской части России и НПТР быстро истощаются;
- глубокие горизонты базовых месторождений в Ямало-Ненецком автономном округе недоразведаны;
- крупнейшие месторождений газа сложного состава на севере Ямала, а также на шельфе Баренцева и Карского морей удалены от действующей ЕСГ;
- исчерпаны возможности открытия уникальных, гигантских и даже крупнейших (более 100 млн т у.т.)¹ месторождений УВ, определяющих развитие ЦГД на суше;
- значительно усложнена структура неоткрытых ресурсов газа в недрах осадочных бассейнов России (суша);
- существует дефицит выявленных и подготовленных крупных объектов УВ как в распределенном, так и в нераспределенном фондах недр на суше России;
- региональная нефтегазогеологическая информация устарела, основной массив сформирован до 1991 г.;
- новые формируемые региональные центры газодобычи удалены от потребителей;
- значительно увеличивается наукоемкость процесса развития сырьевой базы газодобычи, а именно существенно возросли требования к достоверности прогнозирования, ошибки прогноза обходятся слишком дорого.

Современная формула газового баланса страны, трлн м³:

Накопленная добыча	+	Запасы разведанные	+	Запасы неразведанные	+	Неоткрытые ресурсы	=	Всего начальных традиционных ресурсов СГ
22,2		50,8		19,8		107,4*/195,4**		200*/288**

Примечание: *корпоративные оценки; **официальные оценки.

Современные проблемы развития МСБ газодобычи ПАО «Газпром»

1. Значительное ухудшение качества МСБ при медленном увеличении суммарных текущих разведанных запасов в условиях превышения приростов над добычей:

- добывается сеноманский (+ неокомский) газ, приращивается ачимовский и юрский газ в Западной Сибири;
- в Якутии и Иркутской области приращивается вендский газ с невысокими добычными возможностями в сложноостроенных залежах.

2. Последние годы наблюдается дефицит открытий новых месторождений и залежей УВ на суше России: 38...40 и менее в год всеми компаниями-операторами, в том числе предприятиями ПАО «Газпром» 1...3 (в 2017 г. – два).

3. Отсутствие на большинстве ЛУ ПАО «Газпром» на суше России крупных неопискованных объектов с высокой вероятностью открытия газосодержащих месторождений с будущими разведанными запасами более 30...40 млрд м³ (с подсчитанными перспективными ресурсами 100...120 млрд м³ и более при их стандартной подтверждаемости 30...35 %).

Обоснование необходимого прироста запасов, обеспечивающего воспроизводство МСБ газодобычи, должно базироваться на восполняемости запасов в динамике добычи/прироста, а именно:

- необходимости воспроизводства МСБ в объемах, достаточных для компенсации «активными» запасами их уменьшения в результате добычи и поддержания общей величины выработанности запасов в динамике отбора/прироста;

¹ у.т. – здесь и далее «условного топлива».

- учете региональных особенностей качественной структуры сырьевой базы, так как часть приращиваемых запасов будет относиться к трудно извлекаемым (по ряду геологических причин) и трудно осваиваемым (удаленным на суше, шельфовым), вовлекать которые в разработку в обозримом будущем дорого и сложно (затруднительно);

- учете временного периода, необходимого для подготовки запасов к вводу открытых месторождений в разработку (5...10 лет начиная с окончания ПРР, 10...12 лет с момента открытия месторождения на суше, до 15...18 лет и более в условиях арктического шельфа).

Только непрерывный процесс подготовки новых активных запасов в ходе ПРР обеспечивает непрерывность процесса добычи газа и жидких УВ на среднюю и дальнюю перспективы. Различия в решении проблем поисков, разведки и освоения новых месторождений УВ по регионам России и основным продуктивным комплексам (на современном этапе освоения ресурсов) – это принцип новой парадигмы развития ГРП (табл. 2):

- *европейские регионы* – трудно найти даже мелкие по запасам месторождения и залежи (более 3 млн т у.т.), легко разведать, освоить и начать промышленную добычу; высокоэффективные прогнозные ресурсы до глубин 4,5...5,0 км исчерпаны;

- *НПТР (неоком-апт)* – трудно найти (неоткрытые ресурсы минимальны), трудно разведать, относительно легко организовать добычу, в наличии действующая инфраструктура газо- и нефтедобычи;

- *Ямал (суша – нижний мел)* – трудно найти (достаточно крупные залежи УВ), легко разведать, в средней степени трудно освоить и начать добычу (отсутствие добывающей инфраструктуры) в северной половине области;

- *Гыдан (суша – неоком-апт)* – легко найти и разведать, дорого и сложно освоить и начать добычу;

- *север Западно-Сибирской мегaprovincии (ачимовская толща и юра)* – трудно все: найти (новые залежи с традиционными запасами УВ), разведать, промышленно освоить и начать добычу;

- *Восточная Сибирь (все области)* – трудно найти (месторождения крупнее 30 млн т у.т.), еще труднее разведать, максимально трудно освоить и начать промышленную добычу, сложно и дорого добывать;

- *Карское море (неоком-апт)* – очень легко найти, легко разведать, очень трудно освоить, чрезвычайно сложно и дорого добывать;

- *Баренцево море (юра, верхи триаса)* – затруднительно найти (месторождения менее 100 млрд м³), легко разведать, трудно освоить и организовать добычу (неясно, куда и кому поставлять добытый газ);

Таблица 2

Особенности геологических условий, повышающих риски низкой эффективности ГРП в арктических районах Западной Сибири в период 2018–2040 гг.

Малоизученные районы суши и шельфа	Степень риска	Геологические причины (согласно прогнозу)
Восточные районы Гыдана	Высокая	Малоперспективен сеноман и апт
	Высокая	Невысокие перспективы неокома
Обская и Тазовская губы	Средняя	Пониженная перспективность неокома-апта
	Высокая	В юре вероятны нетрадиционные ресурсы газа
Ямал	Средняя	Высок риск пониженной газонефтеносности неокома в зонах впадин и прогибов
	Высокая	В юре предположительно присутствуют преимущественно нетрадиционные ресурсы газа
Центральные и восточные районы шельфа Карского моря	Средняя	Сеноман средне и мало перспективен (в целом)
	Малая	Неоком-апт и альб – высокоперспективные объекты
	Повышенная	Высок риск низкой перспективности нижних горизонтов неокома (глинизация разреза)
	Очень высокая*	В юре вследствие жестких термобароглубинных условий предполагаются низкопроницаемые газонасыщенные коллекторы (нетрадиционные ресурсы газа)

* По отношению к залежам «нормального» газа.

- *присахалинский шельф (миоцен)* – сложно и дорого все: поиск, разведка, обустройство, начало добычи, но легко реализовать продукцию (газ, нефть – в страны АТР);

- *прикамчатский шельф* – значительные геологические риски неоткрытия крупных месторождений УВ (30...40 млн т у.т. и более, геол.).

Во всем мире уже более 20 лет, а в России после 2005 г. имеет место расширенное воспроизводство МСБ газа (с перерывом в период 1992–2000 гг.), которое аргументировано объясняется необходимостью долгосрочного (до 2035–2050 гг.) обеспечения газодобычи запасами. Таким образом, современные затраты на поиски и разведку газа и нефти консервируются в недрах на полтора-два десятилетия и более. Это оправданно для гигантских и уникальных месторождений УВ, имеющих жизненный цикл развития три-четыре десятилетия, иногда более (Уренгой – 50 лет), однако становится менее очевидным в отношении небольших, часто удаленных от ЦГД месторождений, особенно в кризисные периоды развития газовой и нефтяной отраслей промышленности.

Основу стратегического ресурсного обеспечения развития МСБ газовой промышленности России составляют величина и структура потенциальных ресурсов СГ, а также имеющаяся и планируемая инфраструктура по добыче и дальнему транспорту УВ. Стабильное развитие МСБ обеспечивается за счет использования всех составляющих потенциальных ресурсов в различных регионах страны, в том числе шельфов внутренних и прилегающих к суше северных и дальневосточных морей.

Первой стратегической составляющей развития МСБ газовой промышленности России является наличие разведанных запасов газа кат. В+С₁, которые могут обеспечить добычу и дальнейшее развитие МСБ на ближайшую перспективу (7...8 лет). Среднюю перспективу (на 13...15 лет) обеспечивают остатки запасов В+С₁ и доразведка предварительно оцененных запасов кат. С₂ на месторождениях, а также отчасти опосредованное перспективных ресурсов кат. Д₀ наиболее крупных объектов в пределах существующих ЦГД.

Вторая стратегическая составляющая развития МСБ – перспективные ресурсы локальных адресных объектов, подготовленных к бурению или выявленных (кат. Д₀ и Д_{1,п}), а также прогнозные нелокализованные ресурсы Д₁

и Д₂ неизученных поисковым бурением комплексов отложений. Именно они и определяют долговременную стратегию расширения МСБ газодобычи на средний и дальний периоды развития добывающего региона, масштабы и направления поисково-оценочных работ. От величины, точности оценки и достоверности ресурсов зависят величина и структура новых приростов запасов. При этом дальняя перспектива (20...30 лет и более) может быть обеспечена только путем масштабных ПРР с приростом новых запасов из прогнозных ресурсов, превышающих суммарные отборы.

Третья стратегическая составляющая, обеспечивающая развитие МСБ газа России и крупных добывающих компаний, – величина и структура ресурсов газа и нефти малоизученных и вовсе неизученных глубоким поисковым бурением областей, районов, зон, комплексов пород, или неотлицированных территорий (объектов), которые в ходе конкурентной борьбы достанутся тем или иным компаниям с последующей постановкой ПРР. Величины этих ресурсов должны быть реальны (с точки зрения будущего подтверждения).

Вышеуказанные составляющие определяют георесурсные элементы развития МСБ по этапам: прогнозирование – лицензирование – поиски – разведка – доразведка на эксплуатационном этапе. С другой стороны, масштабное развитие газовой отрасли невозможно без наличия магистральных/региональных газопроводов и перекачивающих станций, а также газохимических комплексов по производству полезных компонентов газа и по его сжижению для транспортировки на танкерах. Именно в силу этих причин совершенно нецелесообразно в ближайшее десятилетие выходить с ПРР в восточно-арктические моря (Лаптевых и др.) и на северо-запад Сибирской платформы – абсолютно неизученные регионы с высокими геологическими рисками неподтверждения официальных оценок ресурсов УВ.

Все виды производства, связанные с прогнозом, поиском, разведкой, добычей, транспортом и переработкой, определяют целостность системы развития и функционирования газовой отрасли промышленности. В удаленных районах суши и шельфа могут быть сконцентрированы сколь угодно значительные объемы запасов и ресурсов газа, но они не будут востребованы без сооружения газотранспортной инфраструктуры для подачи трубного

и сжиженного газа потребителю. При этом для материковых областей основным является трубный газ, для арктического побережья России – сжиженный. Кроме того, газовое производство невозможно без достаточных и своевременных капиталовложений в разведку, добычу и транспорт газа и жидких УВ.

Однако в конечном итоге при развитии МСБ газовой промышленности первично вещество (запасы, ресурсы газа), вторичны технологии (добыча, транспорт, переработка), третична экономико-политическая конъюнктура. Выбор основных приоритетных направлений развития МСБ газовой отрасли промышленности основывается на возможностях прироста разведанных запасов СГ в различных регионах РФ и оптимальных вариантах их быстрого, эффективного и необходимого освоения.

В рамках деятельности по расширению и освоению контролируемой МСБ газонефтедобычи в России необходимо выделять следующие аспекты:

- *ресурсно-геологический* – дальнейшее освоение УВ-потенциала недр осадочных бассейнов и подготовка разведанных запасов газа и жидких УВ в ходе ПРР должны производиться в регионах и областях, обладающих крупными объемами прогнозных ресурсов УВ, где новые запасы востребованнее всего (по периодам) и будут быстрее (масштабнее) освоены; с учетом их доразведки и ввода в разработку временной лаг с момента открытия месторождения до начала эксплуатации составляет 5...15 лет на суше и 7...25 лет и более на шельфе;

- *экономический* – получение в конечном итоге прибыли для компаний в целом и их акционеров от производственной (операторской) и коммерческой деятельности в области разведки, добычи и маркетинга УВ и продуктов их переработки;

- *геополитический* – реализация интересов России в различных регионах мира через монетизацию газа, добытого в стране, посредством экспортных поставок в восточном/западном геостратегических направлениях. В наибольшей степени в этом участвуют такие государственные компании, как ПАО «Газпром», ПАО «НК «Роснефть», ПАО «НК «Лукойл» (частная компания, но учитывающая интересы России);

- *геостратегический* – влияние на развитие мирового топливно-энергетического

комплекса на долговременной основе (энергетическая геостратегия) через освоение ресурсной базы УВ в России (участие в «газовых войнах», межрегиональной конкуренции обычного и нетрадиционного газа, создание и формирование всевозможных газотранспортных и добычных альянсов);

- *инновационно-технологический* – новые объекты, новые возможности для добычи, новый опыт строительства скважин, новые финансово-производственные альянсы по освоению месторождений.

Большинство крупных горнодобывающих компаний планирует и развивает производственную и коммерческую деятельность не хаотично (импульсно), а в рамках разработанных корпоративных программ на ближнюю, среднюю и дальнюю перспективы. Как правило, в основу программ закладывается определенная стратегия развития компании, в частности в области разведки и добычи УВ. В свою очередь, базовым фундаментом стратегии служит концепция развития.

Сохранившаяся в «штурмовые» 1990-е годы благодаря общим усилиям и интересам компания «Газпром» и появившиеся новые нефтяные компании в начале XXI в. только начинали свою производственную деятельность на базе запасов, подготовленных до 1993 г. Еще в конце прошлого и начале нынешнего столетия элементы стратегирования в крупных компаниях типа ПАО «Газпром» отсутствовали. Работы в этом направлении носили импульсно-хаотичный, неупорядоченный, неустоявшийся характер с однолетними (редко двух-трехлетними) планами развития. После принятия первой стратегической программы развития МСБ газовой промышленности России до 2030 г. (2002 г.), далее (в 2011 г.) – второй программы до 2035 г. и разработки третьей программы (2015–2017 гг., находится в стадии утверждения) стратегические ресурсные исследования и подготовка МСБ стали приобретать более упорядоченный, логически сбалансированный характер.

В общем понимании стратегия – глубоко продуманный, хорошо аргументированный финансово реальный план будущих действий (= система), которые, несмотря на осложняющие обстоятельства и риски, с высокой вероятностью приведут к успеху всего задуманного крупномасштабного предприятия. Стратегия развития МСБ – структурированное

руководство к действию (предписательно-рекомендательного характера) в быстро меняющихся ресурсно-геологических, экономических и геополитических условиях управления недрами с целью определения оптимальных направлений и параметров для достижения максимальных итоговых результатов: оптимального соотношения отбора (добычи) и прироста (приобретения) запасов за счет всех возможных источников их получения с как можно более длительным сохранением их положительных пропорций в масштабах крупных геологических объектов (стран, регионов, областей, районов). Периодически повторяющиеся и непредсказуемые нарушения этого баланса, часто инициируемые внешним воздействием, свидетельствуют о неправильности (неоптимальности) отдельных элементов используемой (выбранной/утвержденной) стратегии.

Таким образом, стратегия развития МСБ – важнейший элемент общего развития газовой отрасли России, ПАО «Газпром» и других крупных добывающих компаний, которые имеют декларируемые планы развития газодобычи на среднюю и дальнюю перспективы. В частности, НК «Роснефть» намерена добывать уже в 2023 г. не менее 100 млрд м³ природного

(свободного и нефтяного попутного) газа на базе МСБ газа в 7 трлн м³ (на 01.01.2017, по заявлению руководства компании). Планы развития МСБ газа и увеличения газодобычи имеют «Новатэк» и другие частные компании, проводящие политику захвата новых добычных активов и перспективных на газ ЛУ в районах Сибири и Дальнего Востока.

Успешное развитие перспективных планов всех компаний-операторов в области разведки и добычи, в том числе и ПАО «Газпром», должно базироваться на основных положениях теории формирования и успешного функционирования в будущем МСБ газодобычи как в конкретных регионах суши и арктического шельфа, так и конкретными добывающими компаниями-операторами, разрабатывающими собственные программы развития на среднюю и дальнюю перспективы (до 2030, 2040, 2050 гг.) [7–9]. И дело государства – регулировать отношения в области развития МСБ между различными компаниями с целью достижения неуклонного роста национального производства природного газа от современного уровня (700 млрд м³/год) до 850...950 млрд м³/год и более в 2030 г. и последующие годы.

Список литературы

1. Авров В.Я. Прогноз газоносности СССР / В.Я. Авров, И.А. Блинников, И.О. Брод и др. – Л.: Изд-во нефтяной и горно-топливной литературы, 1963. – 175 с.
2. Гриценко А.И. История развития сырьевой базы газовой промышленности России и стран СНГ / А.И. Гриценко, Р.М. Тер-Саркисов, В.И. Старосельский и др. // Газовая геология России. Вчера, сегодня, завтра: сб. науч. трудов. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2000. – С. 3–11.
3. Гриценко А.И. Сырьевая база и добыча газа в России в XXI веке / А.И. Гриценко, В.А. Пономарёв, Н.А. Крылов и др. – М.: Недр-Бизнесцентр, 2000. – 148 с.
4. Люгай Д.В. Концептуальные основы стратегии развития минерально-сырьевой базы газовой промышленности России и ПАО «Газпром» до 2050 г. / Д.В. Люгай, В.А. Скоробогатов // Вести газовой науки: Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих регионов России. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2016. – № 1 (25). – С. 4–15.
5. Рыбальченко В.В. Запасы и ресурсы свободного газа осадочных бассейнов Северной Евразии как основа развития газодобывающей отрасли России до 2050 г. / В.В. Рыбальченко, Ю.И. Пятницкий, В.А. Скоробогатов // Тез. докл. IV Межд. науч.-практ. конференции «Мировые ресурсы и запасы газа и перспективные технологии освоения» (WGRR-2017). – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2017. – С. 7–8. – http://vesti-gas.ru/sites/default/files/attachments/wgrr-2017_ru.pdf
6. Скоробогатов В.А. Проблемы ресурсного обеспечения добычи природного газа в России до 2050 года / В.А. Скоробогатов, С.Н. Сивков, С.А. Данилевский // Вести газовой науки: Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих регионов России до 2050 года. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2013. – № 5. – С. 4–14.
7. Старосельский В.И. Структура запасов и ресурсов природного газа России / В.И. Старосельский, Г.Ф. Пантелеев и др. // Перспективы развития минерально-сырьевой базы газовой промышленности России: сб. науч. трудов. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2008. – С. 33–44.

8. Тер-Саркисов Р.М. Концепция развития минерально-сырьевой базы ОАО «Газпром» на период до 2030 г. / Р.М. Тер-Саркисов, В.А. Скоробогатов, А.А. Плотников // ВНИИГАЗ на рубеже веков – наука о газе и газовые технологии: сб. науч. трудов. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2003. – С. 9–24.
9. Хабибуллин Д.Я. Важнейшие принципы развития минерально-сырьевой базы углеводородов крупных газодобывающих компаний / Д.Я. Хабибуллин // Тез. докл. IV Межд. науч.-практ. конференции «Мировые ресурсы и запасы газа и перспективные технологии их освоения» (WGRR-2017). – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2017. – С. 26–27. – http://vesti-gas.ru/sites/default/files/attachments/wgrr-2017_ru.pdf

Fundamentals of building a base of mineral resources and raw materials for gas production in large regions and by big companies

V.A. Skorobogatov^{1*}, D.Ya. Khabibullin²

¹ Gazprom VNIIGAZ LLC, Bld. 1, Estate 15, Proyektiruemyy proezd no. 5537, Razvilka village, Leninsky district, Moscow Region, 142717, Russian Federation

² Gazprom PJSC, BOX 1255, St.-Petersburg, 190000, Russian Federation

* E-mail: V_Skorobogatov@vniigaz.gazprom.ru

Abstract. A base of mineral and raw resources (BMRR) for gas production consists of running proved reserves, preliminary assessed geological and recoverable reserves, as well as expected (undiscovered) resources, really existing in-situ. Also, an important component of the BMRR is the cumulative production of previously discovered fields.

The most important direction of the gas BMRR development is conducting successful search and prospecting at the license sites of an operating company. At that, assessment and minimization of possible risks, namely: resource-geological, geographical, geopolitical ones etc., are considerably significant.

Production of oil, gas, and coal is determined by running geological and recoverable reserves. Ratio of running discovered reserves to initial ones shows depletion of fields and deposits. Further development of gas BMRR depends on market requirements (global and regional), geopolitical environment, demand and supply relations, knowledge of subsoil, and development of in-situ gas potential.

Short- and middle-term dynamics of proved reserves is a foundation of BMRR development. The main principals of such development are sufficiency and self-sufficiency, continuity and optimization, minimization of risks, selectivity of prospecting.

Strategy of BMRR development represents the structured guidance (of restricting-recommendation character) within rapidly changing resource-geological, economical and geopolitical conditions of subsoil governing aimed at determination of optimal trends and parameters for achievement of maximal final results, namely: an optimal ratio of recovery (production) and increment of reserves due to all potential sources with the longest possible preservation of its positive proportions on a scale of big geological objects (countries, regions, provinces, districts).

Strategic resource supply of gas production in Russia rests upon the amount and the structure of potential resources of free gas, as well as the existing and being planned infrastructure of hydrocarbon production and transport facilities. Stable development of the BMRR is provided with utilization of all elements of potential resources in different regions of this country.

The first strategic component of gas BMRR development is availability of proved gas reserves; the second one is the perspective resources of local objects either prepared to drilling or discovered, as well as the expected not-localized resources of sediments which are not studied by wild-cat drilling; the third one is the amount and structure of oil and gas resources from poorly studied or not-studied zones, provinces, regions and rocks.

Keywords: building a base of mineral resources and raw materials, gas, hydrocarbons, Russia.

References

1. AVROV, V.Ya., I.A. BLINNIKOV, I.O. BROD et al. *Forecast of gas presence in the USSR* [Prognoz gazonosnosti SSSR]. Leningrad: Izdatelstvo neftyanoy i gorno-toplivnoy literatury, 1963. (Russ.).
2. GRITSENKO, A.I., R.M. TER-SARKISOV, V.I. STAROSELSKIY et al. History of mineral and raw materials base for gas industry in Russia and the CIS countries [Istoriya razvitiya syryevoy bazy gazovoy promyshlennosti Rossii i stran SNG]. In: *Gas geology of Russia. Yesterday, today, tomorrow* [Gazovaya geologiya Rossii. Vchera, segodnya, zavtra]: collected sci. papers. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2000, pp. 3–11. (Russ.).
3. GRITSENKO, A.I., V.A. PONOMAREV, N.A. KRYLOV et al. *A base of raw materials and production of gas in Russia in XXI century* [Syryevaya baza i dobycha gaza v Rossii v XXI veke]. Moscow: Nedra-Bisnestsentr, 2000. (Russ.).

4. LYUGAY, D.V., V.A. SKOROBOGATOV. Conceptual foundation of strategy for development of minerals and raw materials reserves for gas industry and the «Gazprom» PJSC up to 2050 [Kontseptualnyye osnovy strategii razvitiya mineralnosyryevoy bazy gazovoy promyshlennosti Rossii i PAO «Gazprom» do 2050 g.]. *Vesti Gazovoy Nauki*. Moscow: Gazprom VNIIGAZ LLC, 2016, no. 1 (25): Issues for resource provision of gasextractive regions of Russia, pp. 4–15. ISSN 2306-8949. (Russ.).
5. RYBALCHENKO, V.V., Yu.I. PYATNITSKY, V.A. SKOROBOGATOV. Free gas reserves and resources in sedimentary basins of Northern Eurasia as a basis for development of gas-producing industry in Russia till 2050. In: *IV International Conference “World Gas Resources and Reserves and Advanced Development Technologies” (WGRR-2017)*: Abstract of papers presented at the International Conference, November 08–10, 2017 [online]. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2017, pp. 6–7. Available from: http://vesti-gas.ru/sites/default/files/attachments/wgrr-2017_en.pdf
6. SKOROBOGATOV, V.A., S.N. SIVKOV, S.A. DANI LEVSKIY. Problems of resource support production of natural gas in Russia to 2050 [Problemy resursnogo obespecheniya dobychi prirodnogo gaza v Rossii do 2050 g.]. *Vesti Gazovoy Nauki*. Moscow: Gazprom VNIIGAZ LLC, 2013, no. 5 (16): Resource support problems of Russian oil-producing regions up to 2030, pp. 4–14. ISSN 2306-8949. (Russ.).
7. STAROSELSKIY, V.I., G.F. PANTELEYEV et al. Structure of natural gas reserves and resources in Russia [Struktura zapasov i resursov prirodnogo gaza Rossii]. In: *Outlooks for developing a base of minerals and raw materials for Russian gas industry [Perspektivy razvitiya mineralno-syryevoy bazy gazovoy promyshlennosti Rossii]*: collected sci. papers. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2008, pp. 33–44. (Russ.).
8. TER-SARKISOV, R.M., V.A. SKOROBOGATOV, A.A. PLOTNIKOV. Concept for development of a base of mineral resources and raw materials of the Gazprom OJSC till 2030 [Kontseptsiya razvitiya mineralno-syryevoy bazy OAO “Gazprom” na period do 2030 g.]. In: *The VNIIGAZ at the turn of the century: gas science and gas technologies [VNIIGAZ na rubezhe vekov – nauka o gaze i gazovyie tekhnologii]*: collected sci. papers. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2003, pp. 9–24. (Russ.).
9. KHABIBULLIN, D.Ya. Essential principles of development of hydrocarbon mineral resource base at large gas producing companies. In: *IV International Conference “World Gas Resources and Reserves and Advanced Development Technologies” (WGRR-2017)*: Abstract of papers presented at the International Conference, November 08–10, 2017 [online]. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2017, pp. 21–22. Available from: http://vesti-gas.ru/sites/default/files/attachments/wgrr-2017_en.pdf