

УДК 550.8.02:658.012.3

DOI 10.31087/0016-7894-2020-2-23-32

Актуальные проблемы нефтегазгеологической науки ближайшего десятилетия

© 2020 г. | Е.Б. Грунис, М.Б. Скворцов, Б.И. Давыденко, М.И. Тухтаева

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт», Москва, Россия; grunis@vnigni.ru; skvortsov@vnigni.ru; boroil@vnigni.ru; tukhtaeva@vnigni.ru

Поступила 11.12.2019 г.

Доработана 23.12.2019 г.

Принята к печати 20.01.2020 г.

Ключевые слова: сырьевая база углеводородов Российской Федерации; запасы и ресурсы углеводородов; геолого-геофизические методы; информационные технологии; бурение; лицензирование.

Аннотация: Рассмотрены состояние минерально-сырьевой базы углеводородного сырья Российской Федерации за последние 25 лет, объемы региональных исследований, выполняемых за счет средств госбюджета, и поисковых работ, проводимых за счет средств недропользователей, а также состояние лицензирования. Показаны возможности крупномасштабного прироста новых запасов в Тимано-Баренцевоморском, Прикаспийском (надсолевой комплекс) бассейнах, в Предуральском краевом прогибе и Восточной Сибири. Сформулированы актуальные проблемы нефтегазгеологической науки и пути их решения. Определены приоритетные направления ее развития для наращивания минерально-сырьевой базы углеводородного сырья Российской Федерации.

Для цитирования: Грунис Е.Б., Скворцов М.Б., Давыденко Б.И., Тухтаева М.И. Актуальные проблемы нефтегазгеологической науки ближайшего десятилетия // Геология нефти и газа. – 2020. – № 2. – С. 23–32. DOI: 10.31087/0016-7894-2020-2-23-32.

Current problems of geopetroleum science in the coming decades

© 2020 | E.B. Grunis, M.B. Skvortsov, B.I. Davydenko, M.I. Tukhtaeva

All-Russian Research Geological Oil Institute, Moscow, Russia; grunis@vnigni.ru; skvortsov@vnigni.ru; boroil@vnigni.ru; tukhtaeva@vnigni.ru

Received 11.12.2019

Revised 23.12.2019

Accepted for publication 20.01.2020

Key words: Russian Federation raw material base of hydrocarbons; hydrocarbon reserves and resources; geological and geophysical methods; information technologies; drilling; licensing.

Abstract: State of the hydrocarbon raw material base of the Russian federation for the past 25 years as well as the amount of regional investigations funded from federal budget resources, exploration activities carried out by the subsoil users, and the state of licensing are discussed. It is shown that total reserves of A, B, C₁ (according to old classification system) categories have decreased by 0.6 bln tons over the last 25 years, though this decrease is covered by the increase in C₂ category resources (from 8.7 bln tons in 1993 to 11.2 bln tons in 2018); i.e. the amount of Prospective Resources has increased by 39 % over these 25 years. Therefore, there has been virtually no change in total amount of resources in all the categories over the last 25 years. At the same time, the quantitative assessment of resource potential is continuously growing with each step of clarification. The methodology developed for the regional stage of studies of Russian oil and gas bearing areas taking into account new geological and geophysical methods and information technologies contributed greatly to this. It is noted that regional works funded from federal budget have obvious trends of reducing the actual amount of all types of geological and exploration works, which affects the preparation of promising objects to licensing. Currently, only 34 % of oil and gas promising areas are licensed in Russian Federation, so it is necessary to sharply increase the amount of works in the prospecting stage. The authors show possibilities of large-scale growth of new reserves in the Timano-Barentsevomorsky and Caspian (above-salt series) basins, in the Urals Foreland Basin, and in the Eastern Siberia. They formulated the actual problems of oil and gas geology and ways to solve them and define the priority areas of oil and gas geology development for the sake of building the capacity of hydrocarbon raw material base. Progress in oil and gas industry depends entirely on raising technical level of exploration equipment to the world standards. For the purpose of radical improvement of laboratory, analytical, and instrumentation base, software and methodological support, the scientific scope should be accompanied by the appropriate process.

For citation: Grunis E.B., Skvortsov M.B., Davydenko B.I., Tukhtaeva M.I. Current problems of geopetroleum science in the coming decades. *Geologiya nefi i gaza*. 2020;(2):23–32. DOI: 10.31087/0016-7894-2020-2-23-32. In Russ.

Введение

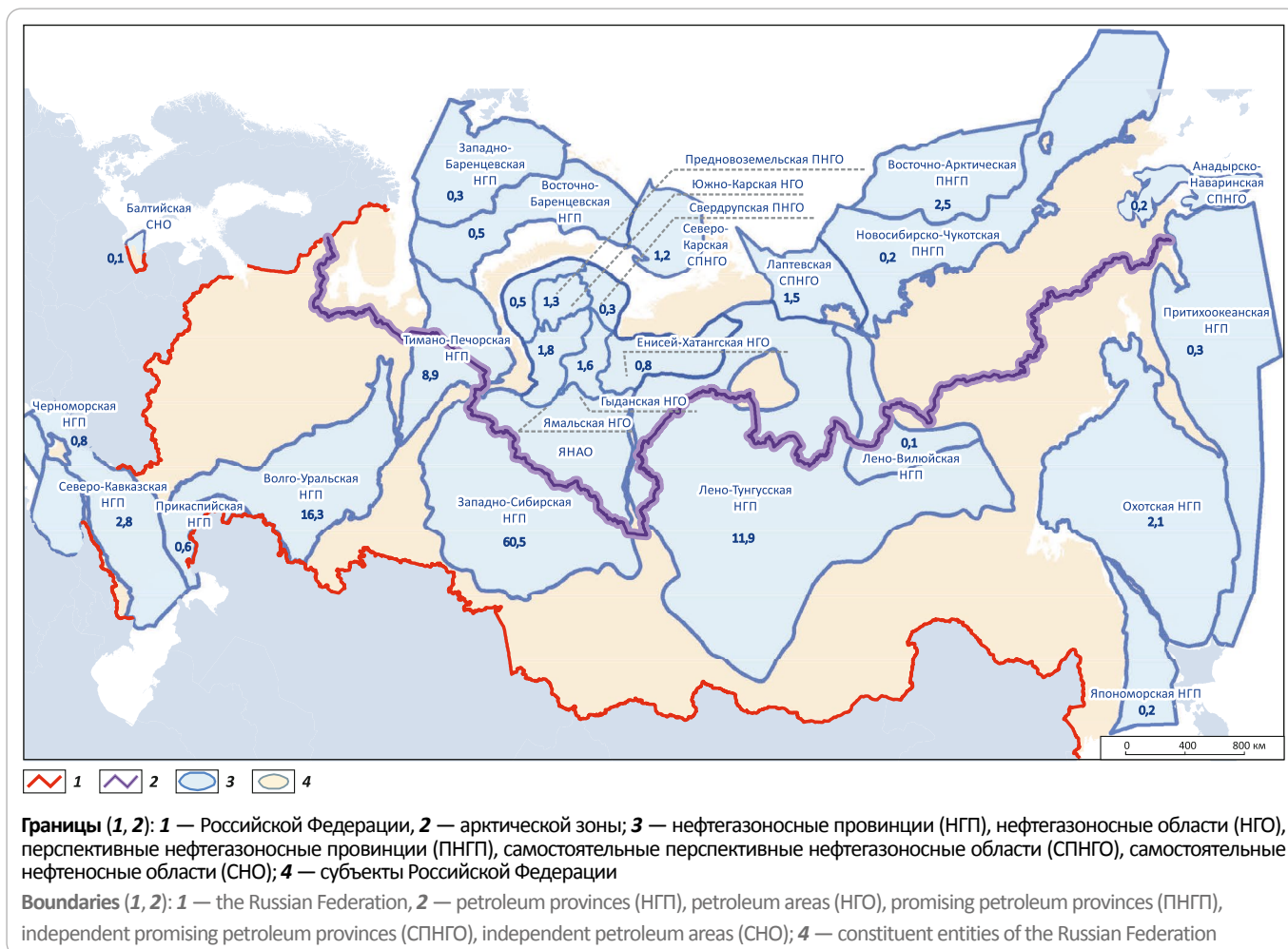
Нефтегазовый комплекс России, как и других индустриально развитых стран, объективно имеет ведущее значение не только в топливно-энергетическом балансе, но и в целом в макроэкономическом

уровне их народного хозяйства. В период успешной работы нефтегазового комплекса проводились внушительные объемы поисково-разведочного бурения и геофизических работ, уровень добычи достигал рекордных показателей (6,05 млн т в 1988 г.), а при-



TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

Рис. 1. Распределение начальных суммарных ресурсов нефти Российской Федерации по состоянию на 01.01.2019 г., млрд т
Fig. 1. Distribution of Total Initial In-Place Resources of oil in the Russian Federation (as on 01.01.2019), bln tons

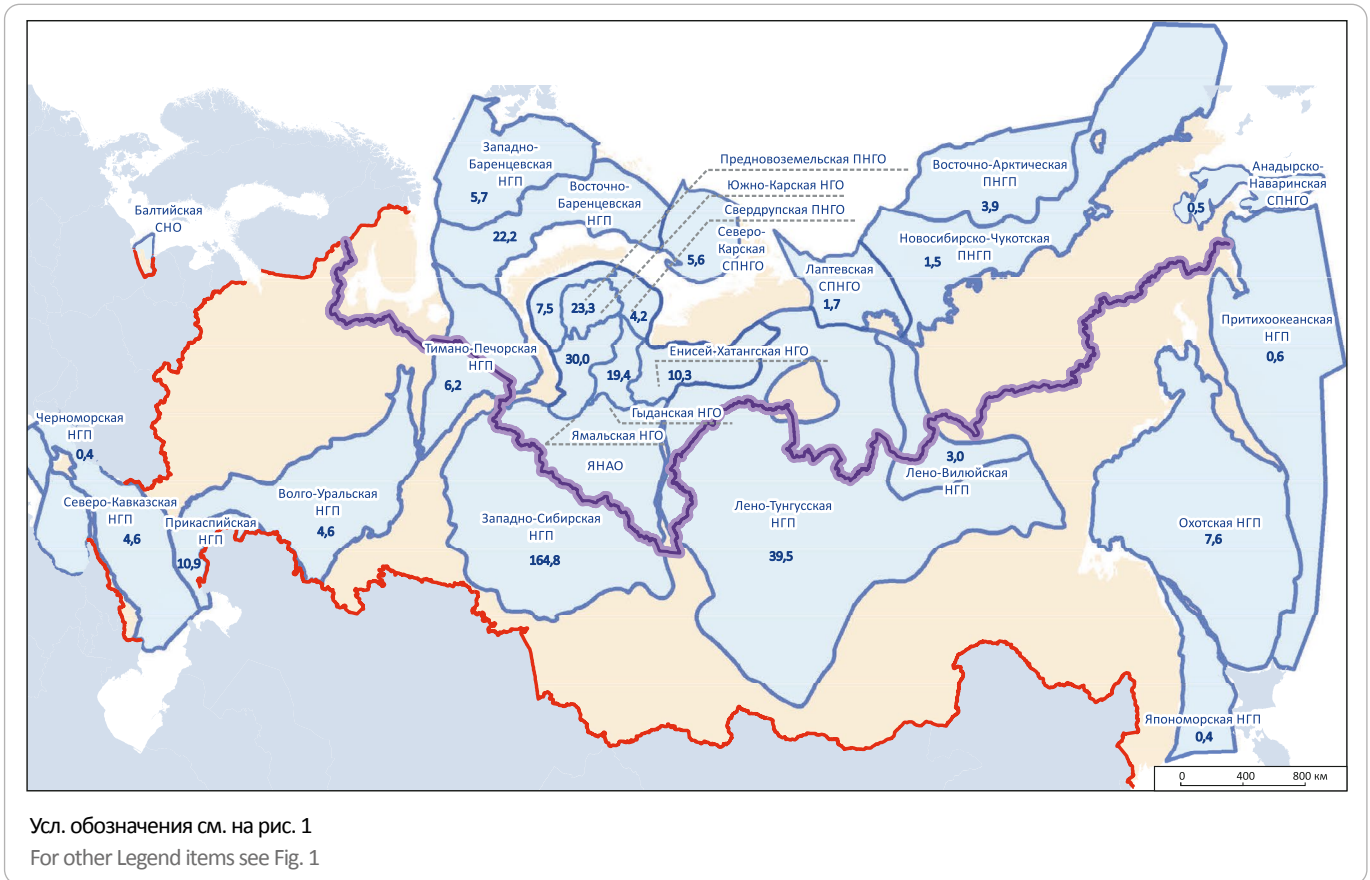


рост промышленных запасов нефти и газа превышал годовую добычу соответственно в 1,7 и 3 раза. В успехах очевидны заслуги отечественной геологической науки, обеспечивавшей выбор общегосударственной стратегии геолого-разведочных работ на наиболее эффективных направлениях, соблюдение их стадийности, логически и хозяйственно взаимосвязанного проведения региональных, зональных, локально-поисковых и разведочных исследований. Прочной основой развития и внедрения достижений научно-технического прогресса служили теоретические разработки многочисленных коллективов научных и проектных организаций в рамках скоординированных научно-технических программ, в первую очередь в области генезиса, миграции, аккумуляции и консервации УВ, закономерностей формирования и размещения залежей как основы их прогноза; литологических, тектонических, геохимических, геофизических, геодинамических, экономических и других критериев оценки нефтегазоносности недр.

Может показаться, что в настоящее время сырьевая база России выглядит убедительно (рис. 1, 2).

Однако следует отметить, что суммарные запасы нефти категорий А, В, С₁ (в старой классификации) за последние 25 лет сократились на 0,6 млрд т, но это уменьшение компенсирует рост запасов категории С₂ — с 8,7 млрд т в 1993 г. до 11,2 млрд т в 2018 г., т. е. за 25 лет объем перспективных ресурсов вырос на 39 %. Следовательно, суммарный объем запасов всех категорий за последние 25 лет практически не изменился. При этом количественная оценка ресурсного потенциала с каждым этапом уточнения непрерывно растет. Для перспективных ресурсов, формирующихся на стадии подготовки поисковых объектов, она увеличилась с 9,3 млрд т в 1993 г. до 12,2 млрд т к 2018 г. Похожая ситуация наблюдается и для прогнозных ресурсов. Суммарные запасы категорий D₁ и D₂ каждые 5 лет увеличиваются примерно на 3 млрд т, т. е. на 6–7 %. Во многом этому способствует разработанная методология регионального этапа изучения нефтегазоносных территорий РФ с учетом новых геолого-геофизических методов и информационных технологий и проведение на этой основе количественной оценки ресурсов. К сожалению, приращи-

Рис. 2. Распределение начальных суммарных ресурсов свободного газа Российской Федерации по состоянию на 01.01.2019 г., трлн м³
Fig. 2. Distribution of Total Initial In-Place Resources of free gas in the Russian Federation (as on 01.01.2019), TCM



ваемые ресурсы, прогнозируемые в не охваченных ранее подсчетом нефтегазоперспективных зонах на стадиях регионального этапа геолого-разведочных работ, не вовлекаются в опоскование по той причине, что находятся в нераспределенном фонде недр, а поисковые работы проводятся только за счет недропользователей [1]. Авторы статьи считают это грубейшей ошибкой и основным препятствием для развития минерально-сырьевой базы нефти и газа. Следует отметить, что начиная с 2006 г. прирост запасов нефти и конденсата компенсировал добычу (рис. 3), однако с 2015 г. объемы прироста запасов стали снижаться и в 2017 г. впервые приращенные запасы оказались меньше объемов добычи. Компенсация объемов добычи газа приростами запасов началась только с 2010 г. (рис. 4). Кривая прироста запасов газа носит не линейный, а скачкообразный характер. Основной объем прироста запасов нефти (60–85 %) осуществляется за счет доразведки и открытия месторождений и залежей на старых площадях. Большая часть месторождений, открываемых на новых площадях, относится к очень мелким и мелким (рис. 5). За последние 5 лет из 226 открытых месторождений 148 относятся к очень мелким, 49 — к мелким, 25 — к средним и только 4 — к крупным. При этом достоверность поставленных на Государствен-

ный баланс запасов некоторых крупных месторождений у многих экспертов вызвал сомнение. Региональные работы, финансируемые из федерального бюджета, имеют очевидные тенденции сокращения объемов по всем видам. Сейсморазведочные работы 2D сократились в два раза, объемы параметрического бурения — с максимума 17,4 тыс. м в 2008 г. до минимума 0,4 тыс. м в 2016 г., несмотря на то, что площадь неопоскованных нефтегазоперспективных зон составляет более 2 млн км² [2].

При таких объемах региональных работ рассчитывать на подготовку перспективных объектов для лицензирования и поисковых работ не приходится.

Объемы бурения и сейсморазведки, выполняемые недропользователями на лицензионных участках, сокращаются. Хотя в 2019 г. ожидается некоторый прирост объемов бурения (рис. 6, 7). При этом недропользователями за 2009–2019 гг. открыто более 400 нефтяных месторождений с суммарными извлекаемыми запасами категорий C₁ + C₂ более 2 млрд т. Динамика затрат на проведение геолого-разведочных работ на нефть и газ приведена на рис. 8.

К нераспределенному фонду недр относится всего 4,8 % запасов нефти, газа — 3,5 % от общих запасов всех категорий России. Соответственно к распреде-



TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

Рис. 3. Динамика добычи и прироста запасов жидких УВ (нефть + конденсат) по Российской Федерации в 2004–2018 гг. и план на 2019 г.
Fig. 3. History of liquid HC (oil + condensate) production and reserves growth in the Russian Federation in 2004–2018 and plan for 2019

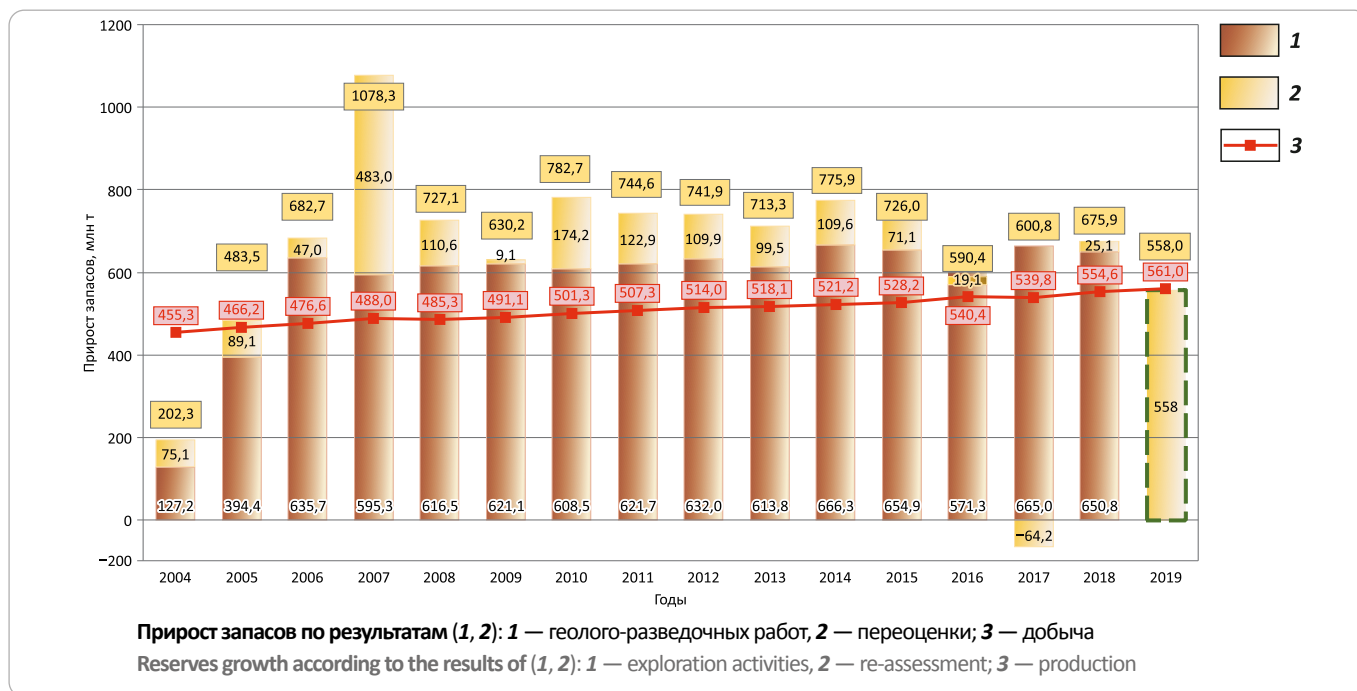
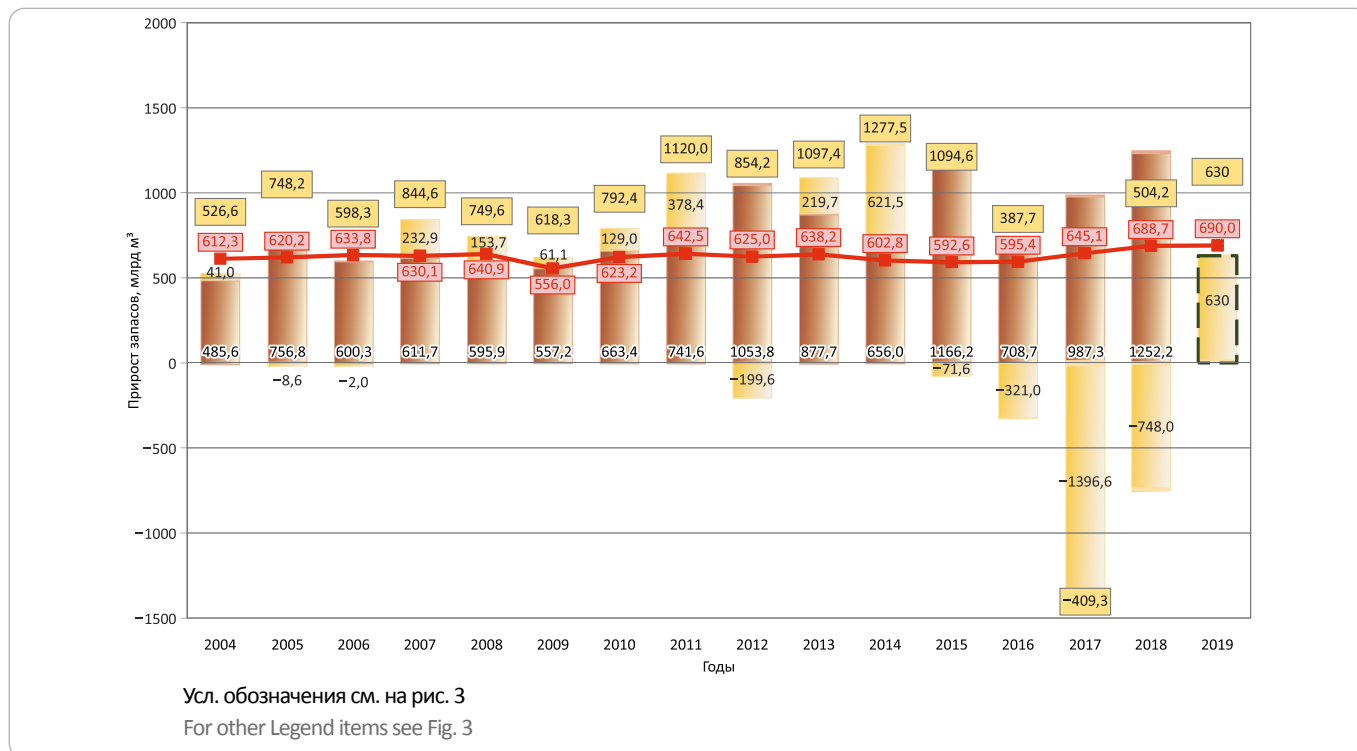


Рис. 4. Динамика добычи и прироста запасов свободного газа + газовой шапки по Российской Федерации в 2004–2018 гг. и план на 2019 г.
Fig. 4. History of free gas + gas cap production and reserves growth in the Russian Federation in 2004–2018 and plan for 2019



ленному фонду недр относится 95,2 % запасов нефти и 96,5 % запасов газа от общих запасов РФ всех категорий. На 01.09.2019 г. на УВ-сырье выдано 3735 лицензий, в том числе пользователям недр: 2109 — НЭ (разведка и добыча); 1107 — НР (геологическое изу-

чение, разведка и добыча); 519 — НП (геологическое изучение с целью поисков и оценки месторождений). В то же время по стране лицензировано только 34 % площади нефтеперспективных земель. В основном это участки с прогнозными и перспективными ре-

Рис. 5. Число открытых месторождений и запасы УВ Российской Федерации в 2004–2019 гг.
Fig. 5. Number of fields discovered and HC reserves of the Russian Federation in 2004–2019

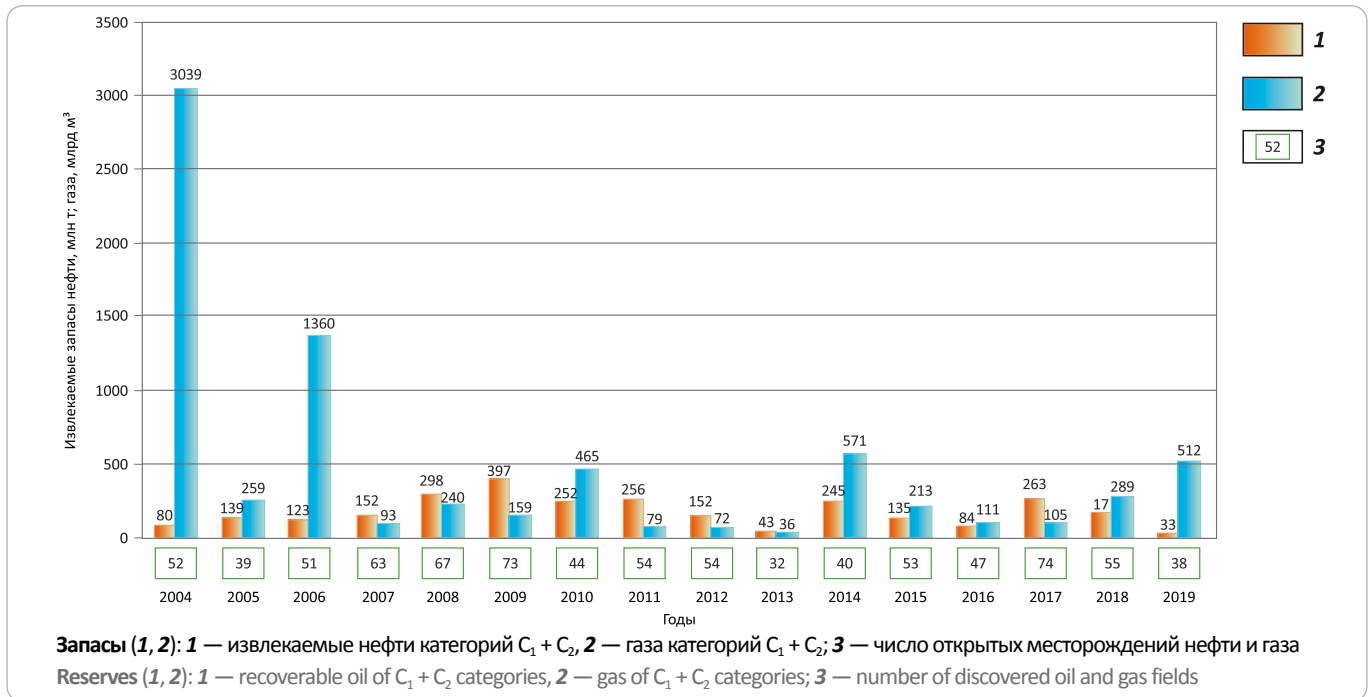
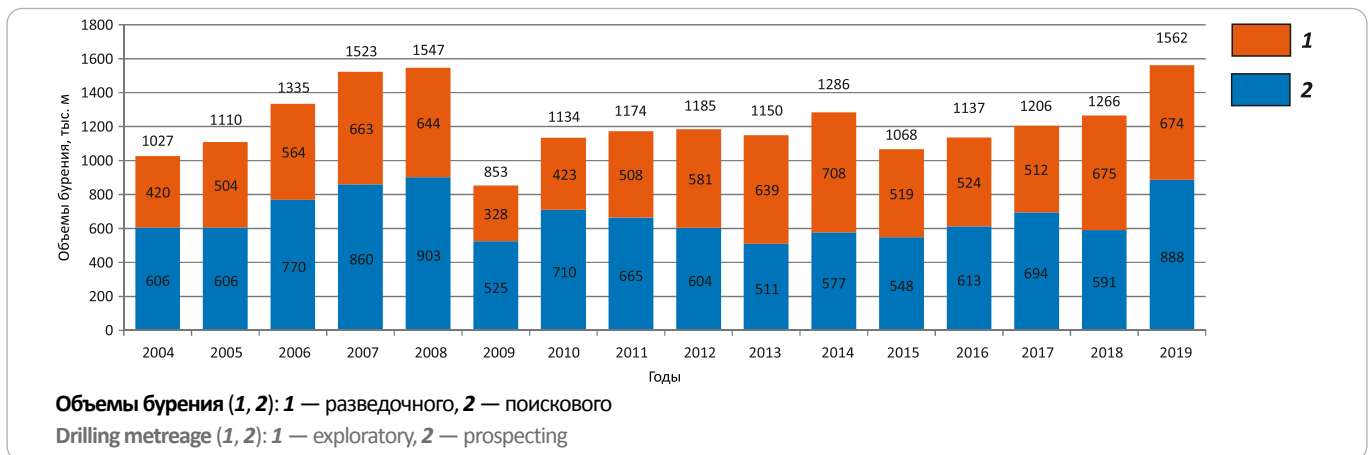


Рис. 6. Динамика объемов поисково-разведочного бурения на нефть и газ, выполненного за счет средств недропользователей на территории Российской Федерации и ее континентальном шельфе в 2004–2018 гг., и план на 2019 г.
Fig. 6. Dynamics of exploratory drilling for oil and gas funded by subsoil users in the Russian Federation territory and its continental shelf in 2004–2018 and plan for 2019



сурсами (рис. 9). То есть налицо необходимость резкого увеличения объемов работ поискового этапа. Динамика изменения числа действующих лицензий в РФ приведена на рис. 10.

Состояние начальных суммарных ресурсов РФ, их изученности и остаточного потенциала по главным сухопутным и акваториальным бассейнам свидетельствует о реальных возможностях интенсивного роста минерально-сырьевой базы нефте- и газодобычи. Основу крупномасштабного прироста новых запасов в европейской части России составляют в первую очередь ресурсы Тимано-Баренцево-морского и Прикаспийского (надсолевой верхнепермско-мезо-

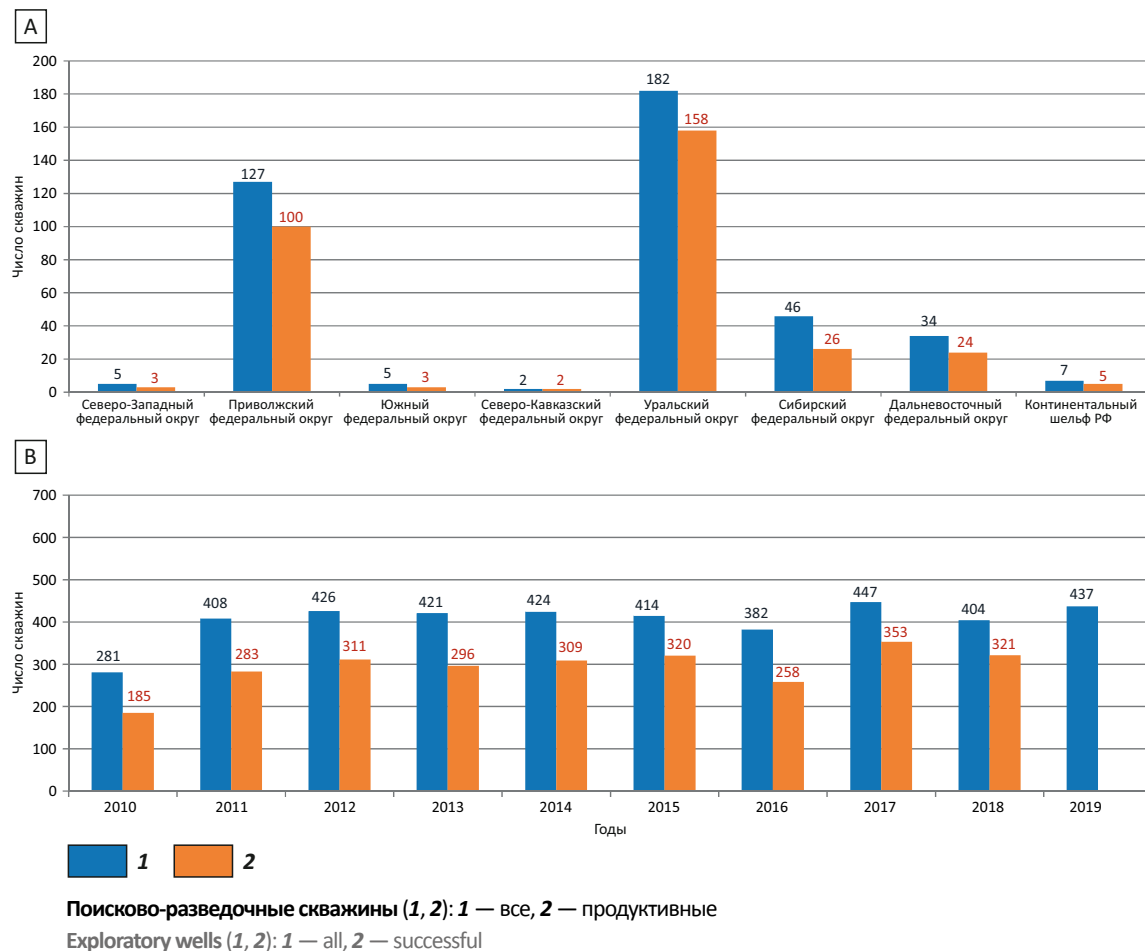
зойский этаж) бассейнов, Предуральского краевого прогиба, Восточной Сибири. В результате проведенных исследований установлено сочленение Мраковской депрессии с Прикаспийской впадиной по Ново-Алексеевскому прогибу, четко прослеживаемому по отложениям рифея до перми включительно. Исходя из этого, можно предполагать, что условия катагенеза, генерации и аккумуляции УВ в Предуральском краево-м прогибе могут быть идентичными Прикаспийской впадине. Успех освоения этих перспективных направлений нереален без прорыва на передовой мировой уровень всех видов геофизических и научно-исследовательских работ,



TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

Рис. 7. Число поисковых и разведочных скважин на нефть и газ, завершенных строительством на территории РФ и ее акваториях, по федеральным округам за 2018 г. (А), динамика за 2010–2018 гг. и план на 2019 г. (В)

Fig. 7. Number of exploratory wells for oil and gas in the Russian Federation territory and its offshore areas, over the federal districts for the year 2018 (A), dynamics in 2010–2018 and plan for 2019 (B)



без научного осмысления геолого-геофизических материалов по аналогичным рифтогенным, алювиально-дельтовым и шельфовым Мексиканскому, Гвинейскому и Североморскому бассейнам. Логически обоснованное исчерпание структурно-антиклинальных прогностических поисковых методов резко повышает актуальность разведки альтернативных литолого-стратиграфических и палеогеоморфологических ловушек в Волго-Уральской, Предкавказской и Тимано-Печорской (суша) провинциях [3].

Подобные крупномасштабные задачи поставлены для Западной Сибири, где практически исчерпан фонд крупных и средних структурных ловушек. В этой связи усложнение поисков и разведки таких объектов требует внедрения новых технических, технологических, прежде всего геофизических, и научно-методических решений на основе углубления палеогеоморфологических, формационных и сейсмостратиграфических исследований, переосмысления закономерностей размещения скоплений УВ, в том числе и прогнозной оценки.

На начальных стадиях изучения и создания научно обоснованных геологических моделей провинций, областей и зон нефтегазонакопления выделяют располагающие огромными УВ-ресурсами территории и акватории Восточной Сибири, Якутии и Охотско-Дальневосточного региона. Организация на основе имеющейся сырьевой базы нефтегазодобывающего комплекса исключительно важна для будущих судеб российской государственности и имеет не только инфраструктурную народно-хозяйственную, но и внешнеэкономическую международную значимость. Тем более, что состояние российской экономики не позволяет в данный момент в полной мере рассчитывать на решение этих задач без привлечения иностранных инвестиций. При таких обстоятельствах исключительно важно сохранить и углубить научно-концептуальную основу комплексного изучения и освоения минерально-сырьевой базы данных провинций. Таким образом, совершенно очевидно, что современное состояние газо- и особенно нефтедобычи в первую очередь обусловлено естественным старением длительно разрабатываемых месторождений

Рис. 8. Динамика затрат на проведение геолого-разведочных работ на нефть и газ за счет средств федерального бюджета и недропользователей на территории Российской Федерации и ее континентальном шельфе в 2004–2018 гг. (с учетом неисполненных обязательств) и план на 2019 г.

Fig. 8. Behaviour of costs for oil and gas exploration activities funded from federal budget resources and funded by subsoil users in the Russian Federation territory and its continental shelf in 2004–2018 (accounting for outstanding commitments) and plan for 2019

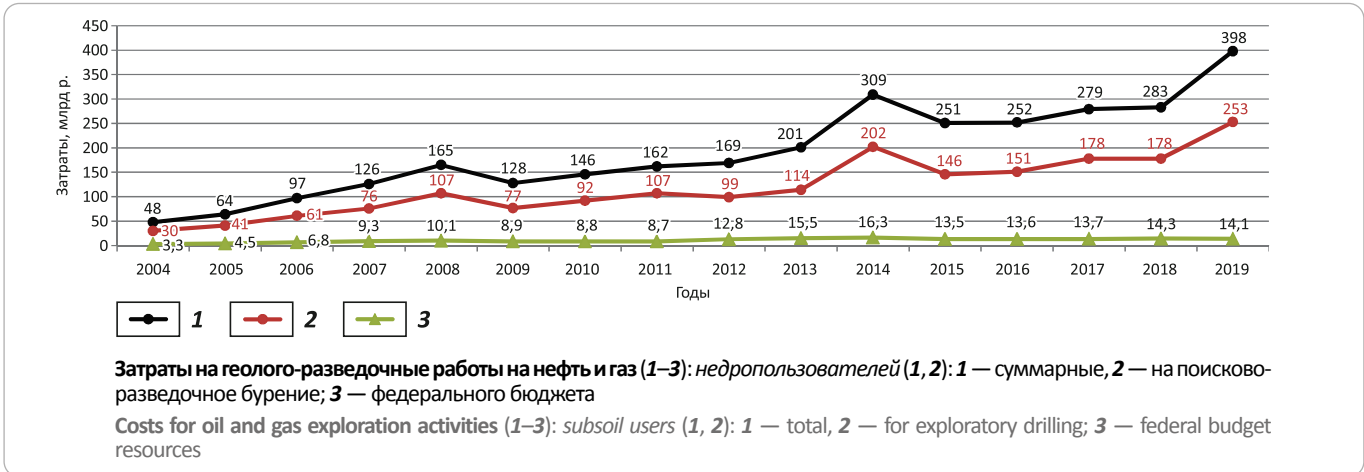
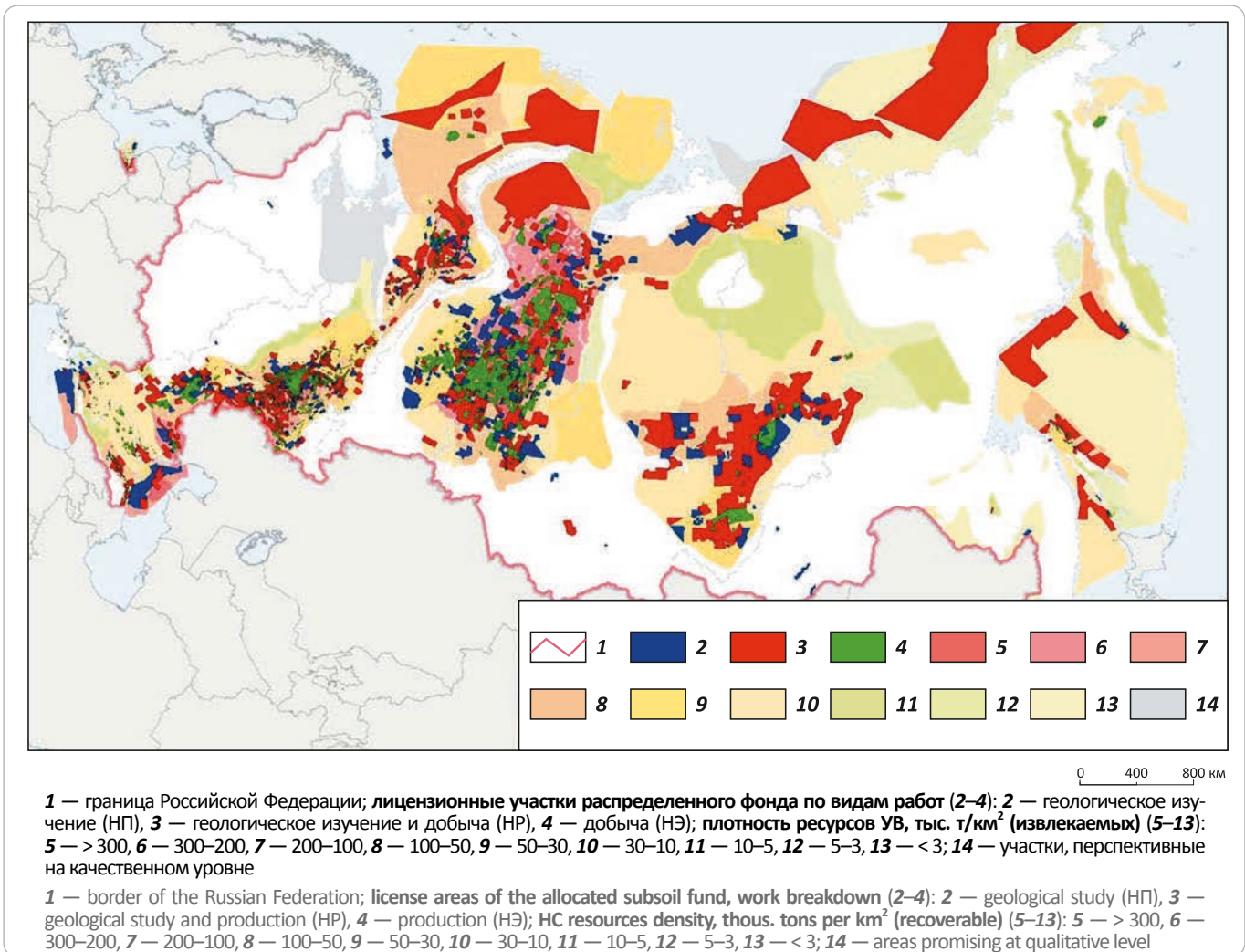


Рис. 9. Состояние лицензирования на УВ-сырье на территории Российской Федерации на 01.09.2019 г.

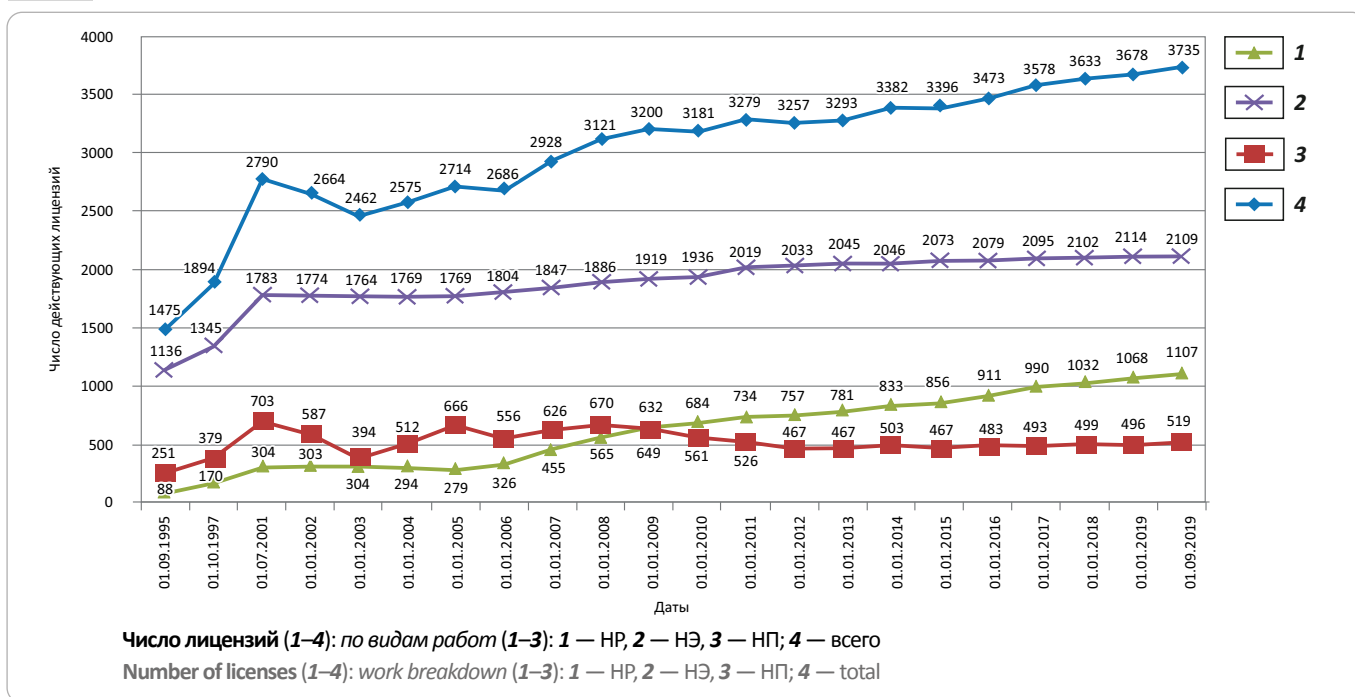
Fig. 9. State of HC raw materials licensing in the territory of the Russian Federation as of 01.09.2019





TOPICAL ISSUES OF OIL AND GAS GEOLOGY

Рис. 10. Число действующих лицензий в Российской Федерации
 Fig. 10. Number of valid licenses in the Russian Federation



распределенного фонда и мельчанием новых открытий в прилегающих высокоразведанных территориях, преобладанием в их составе экономически менее выгодных для освоения трудноизвлекаемых запасов [3, 4].

Заключение

Потребности геолого-разведочных работ непосредственно определяют и будут определять круг и масштабность научных исследований. Существующая система финансирования восполнения минерально-сырьевой базы за счет бюджетных отчислений, в составе которых на науку приходится весьма небольшая доля, не позволяет рассчитывать на кардинальный перелом в существующем дефиците подготавливаемых запасов и выход в новые районы. К тому же, как ее образно называют, «лоскутная», или «хуторская», система лицензионного недропользования, как правило не выходящего за рамки отдельных единичных площадей, предопределяет и преимущественно мелкомасштабный уровень сопровождающих такие работы научных исследований. Крупные стратегические задачи, анонсируемые в федеральных целевых научно-технических программах, не решаются из-за крайне ограниченного федерального финансирования. Все это неизбежно приводит к сворачиванию в первую очередь геофизических, научно-исследовательских и конструкторских работ, ликвидации большинства стратегических фундаментальных направлений. В то же время суммарные поступления от использования минерально-сырьевой базы формируют более 40 % федерального бюд-

жета и 80 % всех валютных поступлений, обеспечивающих стабильность национальной валюты и рост резервов Центрального банка России.

Российский нефтегазовый комплекс нуждается в коренном технико-технологическом перевооружении во всех сферах его деятельности, начиная от геофизических и геолого-съёмочных работ вплоть до разработки месторождений. Однако без квалифицированного научного сопровождения, интерпретации, анализа и синтеза данных эти затраты окажутся малоэффективными. К тому же только на соответствующих научных основах возможны совершенствование и разработка принципиально новых разведочных технологий, концепций и моделей геологического строения, нефтегазообразования и формирования залежей УВ [4].

Какими видятся актуальные проблемы нефтегазогеологической науки и области их применения, а также приоритетные направления ее развития в интересах совершенствования геолого-разведочного процесса и наращивания минерально-сырьевой базы? Авторы статьи, не претендуя на изложение всеобъемлющего перечня, отмечают лишь наиболее важные:

– фундаментальные исследования физико-химических процессов миграции и аккумуляции, развитие альтернативных идей глубинного и низкотемпературного образования нефтидов, пространственного соотношения очагов генерации и зон нефтегазоаккумуляции УВ. Повышенный интерес в рамках этой проблемы приобретают вопросы нефтегазоносности кристаллических пород фундамента и древних до-

кембрийских толщ, а также угленосных фаций. Особое значение имеет изучение причин и механизма распространения газогидратов в районах вечной мерзлоты и глубоководно-морских толщ. Важным представляется также развитие теоретических основ и изучение прикладного значения биогеохимической и абиогенной концепций генерации УВ [5];

– разработка интегрированных эволюционно-генетических моделей нефтегазоносных бассейнов, зон нефтегазонакопления и залежей по комплексу геофлюидальных, геохимических, геодинамических параметров и выраженности в геофизических полях, компьютерно-математические способы их визуализации и типизации. Параллельно с этим должно проводиться осмысление взаимосвязи перечисленных геологических явлений в пределах конкретных установленных и потенциальных объектов-ловушек, их морфогенетической классификации и закономерностей размещения;

– совершенствование существующих и разработка новых эффективных методов геолого-поисковых, оценочных и разведочных работ на нефть и газ, ориентированных на рентабельное освоение малоразмерных, малоамплитудных и сложнопостроенных ловушек и залежей, составляющих основную часть остаточного ресурсного потенциала регионов зрелой и высокой разведанности, а также крупных скоплений – базовых для эффективного освоения новых перспективных территорий;

– изучение геологического строения и перспектив нефтегазоносности толщ, залегающих глубже основных горизонтов разработки в старых районах нефтедобычи, что важно для их поддержания. Это доюрские отложения Западной Сибири, рифей-вендские отложения и докембрийский фундамент Волго-Уральской, Тимано-Печорской провинций и других регионов;

– пересмотр существующих количественных оценок прогноза нефтегазоносности по многим районам на основе иных, альтернативных, ранее применявшихся преимущественно «антиклинальных» подходов, учитывающих преобладающий

литофациальный контроль скоплений. Очевидна необходимость проведения большого объема научно-исследовательских работ по интерпретации и переинтерпретации на современном уровне огромного фактического материала. Это позволит более успешно выполнять одну из важнейших задач – научное обоснование эффективных направлений геолого-разведочных работ;

– проведение комплекса геологических, геохимических, геофизических, геолого-экономических исследований с целью формирования нового нефтегазодобывающего региона, определяющего (как сейчас – Западная Сибирь, а когда-то – Волго-Урал) УВ-потенциал страны и добычу нефти и газа;

– исследования и мониторинг геодинамического состояния недр, особенно в районах повышенной сейсмической разломной и плитотектонической активности и неравномерной геомеханической напряженности массивов горных пород. Последнее приобретает серьезное прикладное значение при использовании методов воздействия на фильтрационно-емкостные свойства нефтегазоносных пород с целью повышения коэффициентов извлечения УВ-сырья.

Эти приоритетные направления в значительной мере приведены в контексте выполняемых в ФГБУ «ВНИГНИ» исследований. Очевидна необходимость изучения и применения многих разработок в кооперации с научными коллективами других организаций.

Прогресс в нефтегазовой отрасли, безусловно, всецело зависит от повышения технического уровня разведочной техники до мирового уровня. Аналогичный процесс должен сопровождать и научную сферу для совершенствования лабораторно-аналитической и приборной баз, программного и методического обеспечения.

Хочется верить, что в ближайшее десятилетие российская геологическая наука, опираясь на славные традиции, восстановит свой престиж и будет достойно содействовать развитию отечественной нефтегазовой промышленности.

Литература

1. Варламов А.И., Афанасенков А.П., Виценовский М.Ю., Давыденко Б.И., Иутина М.М., Кравченко М.Н., Мельников П.Н., Пороскун В.И., Скворцов М.Б., Фортунатова Н.К. Состояние и пути наращивания сырьевой базы углеводородов в Российской Федерации // Геология нефти и газа. – 2018. – № 3. – С. 5–25. DOI: 10.31087/0016-7894-2018-3-5-25.
2. Варламов А.И., Афанасенков А.П., Лоджевская М.И., Кравченко М.Н., Шевцова М.И. Ресурсы и запасы УВ // Геология нефти и газа. – 2016. – № 3. – С. 3–14.
3. Гаврилов В.П., Грунис Е.Б. Состояние ресурсной базы нефтедобычи в России и перспективы ее наращивания // Геология нефти и газа. – 2012. – № 5. – С. 30–38.
4. Грунис Е.Б., Барков С.Л., Мишина И.Е. Проблемы и инновационные пути расширения ресурсной базы углеводородов за счет нетрадиционных источников Российской Федерации // Георесурсы. – 2014. – Т. 59. – № 4. – С. 28–34. DOI: 10.18599/grs.59.4.5.
5. Грунис Е.Б. Новые представления теории геологических процессов и перспективы нефтегазоносности Русской платформы // Георесурсы. – 2012. – № 6(48). – С. 63–71.

References

1. Varlamov A.I., Afanasenkov A.P., Vitsenovskii M.Yu., Davydenko B.I., Iutina M.M., Kravchenko M.N., Mel'nikov P.N., Poroskun V.I., Skvortsov M.B., Fortunatova N.K. Status and ways to buildup the hydrocarbon raw materials base in the Russian Federation. *Geologiya nefi i gaza*. 2018;(3):5–25. DOI: 10.31087/0016-7894-2018-3-5-25. In Russ.
2. Varlamov A.I., Afanasenkov A.P., Lodzhevskaya M.I., Kravchenko M.N., Shevtsova M.I. Hydrocarbon resources potential – the backbone of Russian fuel-and-energy sector development. *Geologiya nefi i gaza*. 2016;(3):3–14. In Russ.
3. Gavrilov V.P., Grunis E.B. The state of oil production resource base in Russia and its increase prospects. *Geologiya nefi i gaza*. 2012;(5):30–38. In Russ.
4. Grunis E.B., Barkov S.L., Mishina I.E. Innovative Ways to Expand Hydrocarbons Resource Base by means of Unconventional Sources in the Russian Federation. *Georesursy = Georesources*. 2014;58(3):28–34. DOI: 10.18599/grs.59.4.5. In Russ.
5. Grunis E.B. New conceptions of the geological processes theory and oil and gas potential of the Russian Platform. *Georesursy = Georesources*. 2012;48(5):63–71.

Информация об авторах**Грунис Евгений Борисович**

Доктор геолого-минералогических наук,
главный научный сотрудник
ФГБУ «ВНИГНИ»,
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36
e-mail: grunis@vnigni.ru
ORCID ID: 0000-0001-8059-0933

Скворцов Михаил Борисович

Кандидат геолого-минералогических наук,
заведующий отделением
ФГБУ «ВНИГНИ»,
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36
e-mail: skvortsov@vnigni.ru

Давыденко Борис Иванович

Кандидат геолого-минералогических наук,
заместитель генерального директора
по лицензированию
ФГБУ «ВНИГНИ»,
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36
e-mail: boroil@vnigni.ru

Тухтаева Мария Ивановна

Старший научный сотрудник
ФГБУ «ВНИГНИ»,
105118 Москва, ш. Энтузиастов, д. 36
e-mail: tukhtaeva@vnigni.ru
ORCID ID: 0000-0003-2411-5438

Information about authors**Evgeniy B. Grunis**

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences,
Chief Researcher
All-Russian Research Geological Oil Institute,
36, sh. Entuziastov, Moscow, 105118, Russia
e-mail: grunis@vnigni.ru
ORCID ID: 0000-0001-8059-0933

Mikhail B. Skvortsov

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,
Head of a Department
All-Russian Research Geological Oil Institute,
36, sh. Entuziastov, Moscow, 105118, Russia
e-mail: skvortsov@vnigni.ru

Boris I. Davydenko

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,
Deputy Director-General
for Licensing Issues
All-Russian Research Geological Oil Institute,
36, sh. Entuziastov, Moscow, 105118, Russia
e-mail: boroil@vnigni.ru

Mariya I. Tukhtaeva

Senior Research Associate
All-Russian Research Geological Oil Institute,
36, sh. Entuziastov, Moscow, 105118, Russia
e-mail: tukhtaeva@vnigni.ru
ORCID ID: 0000-0003-2411-5438