

НАУКА
И ОБЩЕСТВО

ГЛАВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НЕФТЯНОГО КОМПЛЕКСА
РОССИИ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XXI ВЕКА

© 2019 г. А.Э. Конторович*, Л.М. Бурштейн**, В.Р. Лившиц***, С.В. Рыжкова****

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН им. А.А. Трофимука, Новосибирск, Россия

*E-mail: KontorovichAE@ipgg.sbras.ru; **E-mail: Levi@ipgg.sbras.ru;

E-mail: LivshicVR@ipgg.sbras.ru; *E-mail: RizhkovaSV@ipgg.sbras.ru

Поступила в редакцию 07.02.2019 г.

Поступила после доработки 07.04.2019 г.

Принята к публикации 01.07.2019 г.

В статье затронуты важнейшие аспекты развития нефтегазового комплекса России. Чтобы избежать падения показателей добычи нефти в России, следует изменить исчерпавшую себя парадигму развития сырьевой базы страны. В XXI в. приоритетными задачами в поисках месторождений нефти должны стать осадочные бассейны шельфов российской части Северного Ледовитого океана, слабо изученные провинции на суше, а также уникальные нетрадиционные залежи нефти (баженовская, доманиковская, хадумская, куонамская и другие свиты). Кроме того, в фокусе внимания должны быть мелкие и мельчайшие по запасам месторождения зрелых нефтегазоносных провинций, для освоения которых следует привлечь малый и средний бизнес, способный обеспечить в ближайшей перспективе до 20% добычи нефти в стране. Для переориентации нефтегазового комплекса России с экстенсивного на интенсивное развитие сформулированы первоочередные технологические задачи.

Ключевые слова: И.М. Губкин, Н.К. Байбаков, А.А. Трофимук, нефть, газ, новая парадигма, нетрадиционные залежи нефти, мелкие и мельчайшие по запасам нефтегазовые месторождения.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-587389111095-1104>

Нефтяная и газовая промышленность – базовые отрасли экономики современной России. Нефтегазовый комплекс формирует существенную часть бюджета Российской Федерации: от 35% (в кризисные годы) до 52% при стоимости нефти более 60 долл. за баррель. Председатель Правительства РФ Д.А. Медведев недавно отметил, что нефтяники выплачивают в бюджет в среднем две трети своей выручки. Именно это в значительной степени обеспечивает решение национальных задач. Стабильная работа нефтегазового комплекса России

сегодня и на десятилетия вперёд будет одним из ведущих факторов роста ВВП на душу населения, повышения качества жизни людей, выполнения программы реиндустриализации, создания новых высокотехнологичных отраслей экономики, источником инвестиций в науку, образование и здравоохранение. Топливо-энергетический комплекс обеспечивает потребности нашей страны в нефти, газе, угле в размере 22,5–25% ВВП и 56–60% общего объёма экспорта России.

Характерно, что регионы интенсивного нефтегазового комплекса (Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа, юг Тюменской области) отличаются высоким уровнем рождаемости и низким уровнем смертности. А ведь это регионы с предельно суровым климатом. Принято считать, что они некомфортны для проживания человека.

Основополагающие документы Российской Федерации (Стратегия социально-экономического развития, Стратегия национальной безопасности, Стратегия научно-технологического развития) выделяют среди социально-экономических и научно-технологических приоритетов рост энергооборужённости и объёмов выработки энергии,

КОНТОРОВИЧ Алексей Эмильевич – академик РАН, главный научный сотрудник лаборатории теоретических основ прогноза нефтегазоносности ИНГГ СО РАН. БУРШТЕЙН Лев Маркович – доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией теоретических основ прогноза нефтегазоносности ИНГГ СО РАН. ЛИВШИЦ Валерий Рафаилович – доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник лаборатории теоретических основ прогноза нефтегазоносности ИНГГ СО РАН. РЫЖКОВА Светлана Владимировна – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем геологии, разведки и разработки месторождений трудноизвлекаемой нефти ИНГГ СО РАН.

повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников энергии. Чтобы определить пути достижения поставленных в стратегиях целей, необходимо объективно оценить историю развития и современное состояние нефтегазового комплекса РФ.

ПАРАДИГМА РАЗВИТИЯ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ

К концу 1920-х годов на огромной территории Советского Союза месторождения нефти были известны только в Азербайджане и на Северном Кавказе (районы Грозного и Майкопа). Для развития и индустриализации страны нужна была нефть.

В течение 85 лет, начиная с 1930-х годов, нефтегазовый комплекс страны развивался по единой парадигме [1, 2], которую А.Э. Конторович назвал парадигмой Губкина–Байбакова–Трофимука, потому что её теоретические основы в значительной степени были заложены выдающимися учёными в области геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений И.М. Губкиным, Н.К. Байбаковым и А.А. Трофимуком [3]. Существенный вклад в идеологию последовательного освоения нефтегазоносных провинций России внесли также А.Д. Архангельский, А.А. Бакиров, И.С. Грамберг, Ф.Г. Гулари, С.П. Максимов, В.Д. Наливкин, И.И. Нестеров, Н.Н. Ростовцев, Ф.К. Салманов, В.В. Семенович, В.И. Шпильман и Ю.Г. Эрвье. С середины 1960-х годов один из авторов статьи также активно участвовал в этой работе.

Основу парадигмы составляет ряд фундаментальных положений:

- последовательное расширение географии нефтяной промышленности за счёт новых провинций на континентальной части России – движение с Запада на Восток и Север (рис. 1);
- приоритетные поиск, разведка и ввод в разработку уникальных и крупных месторождений;
- приоритетный ввод в разработку запасов, отличающихся высокими качественными характеристиками (пористость и проницаемость коллекторов, вязкость, плотность, содержание серы в нефти).

Это была абсолютно правильная парадигма, и её последовательная реализация позволила Советскому Союзу и его правопреемнице – Российской Федерации – стать великой нефтегазовой державой. К настоящему времени эта парадигма практически полностью реализована. В поисках новых месторождений нефти и газа Россия дошла до Тихого и Северного Ледовитого океанов. За последние 30 лет в нефтегазоносных провинциях, расположенных на территории страны, открыто лишь два новых крупных или уникальных месторождения.

В XXI в. должна произойти смена парадигмы развития нефтяного и в значительной мере газового комплекса России. Новая парадигма освоения нефтегазовых ресурсов на ближайшие десятилетия – это новые объекты поиска, разведки и разработки месторождений, новая постановка проблем и их технических решений. Она подразумевает:

- рациональное, опирающееся на современные технологии использование остаточных запасов (повышение эффективности добычи) уникальных

и крупных месторождений;

- освоение уникальных нетрадиционных залежей нефти (баженовская свита Западно-Сибирской провинции, доманиковская свита Волго-Уральской провинции, хадумская свита Северо-Кавказской провинции, куонамская свита Лено-Тунгусской и Лено-Вилуйской провинций и др.);

- поиск, разведка и разработка мелких, мельчайших и средних месторождений в зрелых нефтегазоносных провинциях;

- поиск, разведка и разработка преимущественно крупных

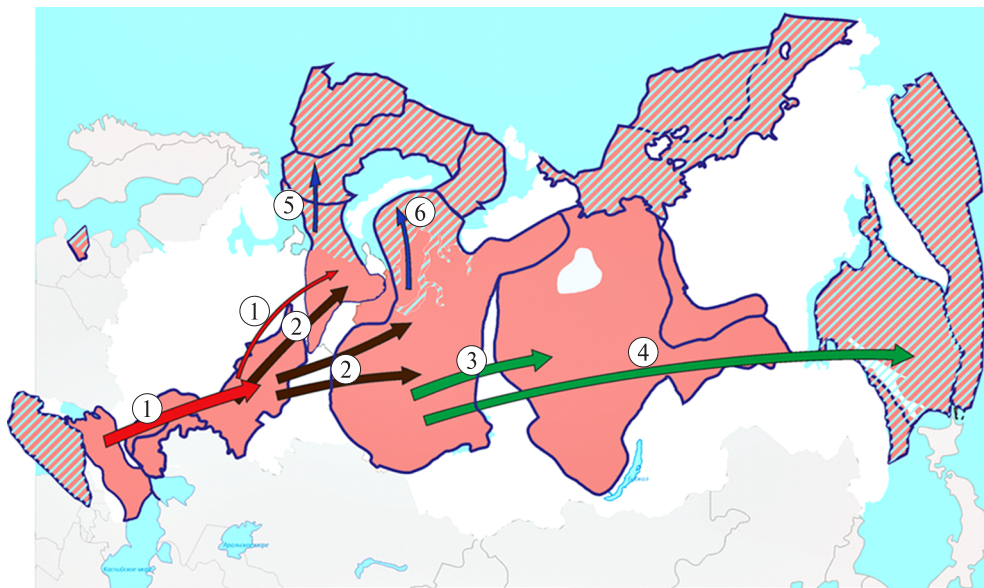


Рис. 1. Схема последовательной реализации стратегии развития нефтегазового комплекса России в XX в. (парадигма Губкина–Байбакова–Трофимука)

1 – 1930–1960 гг.; 2 – 1948–1990 гг.; 3 – с 1974 г. по настоящее время; 4 – с 1980 г. по настоящее время; 5, 6 – 1980–1990 гг.

и уникальных месторождений на севере Западной Сибири, в Ямало-Ненецком автономном округе (полуострова Ямал, Гыдан), в Красноярском крае, на юге полуострова Таймыр, в заливах и губах Оби, Таза, Енисея и других рек;

- поиск, разведка и разработка преимущественно крупных и уникальных месторождений в слабо изученных нефтегазоносных областях Лено-Тунгусской провинции;

- поиск, разведка и разработка преимущественно крупных и уникальных месторождений в осадочных бассейнах российского шельфа Северного Ледовитого и Тихого океанов;

- развитие высокотехнологичных подотраслей переработки жирного конденсатного газа, системы продуктопроводов, газохимической и гелиевой промышленности;

- развитие систем трубопроводного и морского (Северный морской путь) транспорта, ускоренный ввод неосвоенных ранее месторождений.

Главной особенностью новой парадигмы должна стать переориентация нефтегазового комплекса страны с экстенсивного на интенсивное развитие, что включает глубокую переработку нефти и газа, разработку отечественных технологий и оборудования для освоения нефтегазовых ресурсов в регионах, которые ранее были технологически недоступны.

Реализация новой стратегии развития сырьевой базы и добычи нефти требует:

- обновления фундаментальной теоретической основы поиска, разведки и разработки нефтяных месторождений, в первую очередь с трудноизвлекаемыми запасами (баженовская свита и другие геологические объекты), а также месторождений на шельфах морей Северного Ледовитого океана;

- новых идей, технологий, оборудования для поиска и разведки месторождений нефти, в первую очередь баженовской свиты, а также месторождений на территории Лено-Тунгусской провинции и шельфах морей Северного Ледовитого океана;

- новых идей, технологий и оборудования для разработки месторождений нефти, в первую очередь с трудноизвлекаемыми запасами (баженовская свита и её фациально-литологические аналоги, карбонатные коллекторы верхнего протерозоя Лено-Тунгусской провинции), а также месторождений на шельфах морей Северного Ледовитого океана;

- разработки нефтяных технологий XXI в., которые должны обеспечить резкий рост производительности труда и снижение себестоимости оборудования и всех видов работ при поиске, разведке, разработке и транспортировке нефти;

- разработки нефтяных технологий XXI в., которые должны обеспечить компьютеризацию и автоматизацию всех видов работ, — smart-тех-

нологий, "умных скважин", "умных промыслов", "умных систем транспорта";

- разработки нефтяных технологий XXI в., которые должны обеспечить безукоризненное с точки зрения экологических требований проведение всех видов работ, рекультивацию территорий, освоенных нефтяной промышленностью и прилегающих к объектам трубопроводного транспорта, восстановление природных ландшафтов и биоразнообразия;

- обеспечения энергетической безопасности страны, сохранения за Россией роли ведущей нефтяной державы, одного из главных гарантов нового мирового энергетического порядка, который должно установить человечество в XXI в.

Из обозначенных вопросов остановимся подробнее на двух первоочередных, которые можно квалифицировать как большие вызовы для нефтегазового комплекса России.

НЕФТЯНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОИСКА, РАЗВЕДКИ И РАЗРАБОТКИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ РЕСУРСОВ И ЗАПАСОВ НЕФТИ В БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЕ

Баженовская свита — главный потенциальный источник трудноизвлекаемых ресурсов и запасов нефти в России. Как геологическое тело в мезозойском осадочном чехле Западно-Сибирского бассейна она была выделена в 1959 г. Ф.Г. Гулари [4]. Он же два года спустя высказал предположение о наличии в баженовской свите трещинных коллекторов и возможности обнаружения в них залежей нефти [5]. Предположение о промышленной нефтеносности баженовской свиты вскоре подтвердили Ф.К. Салманов, Г.Р. Новиков и А.В. Тянь. Более полувека назад, в апреле 1967 г., они получили первый промышленный приток нефти из баженовской свиты [6].

За полвека значительный вклад в изучение этого объекта внесли научные школы Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья, Западно-Сибирского научно-исследовательского геологоразведочного нефтяного института, Института геологии и геофизики АН СССР (в настоящее время — Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН), Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина, Института геологии и разработки горючих ископаемых, Всероссийского нефтяного научно-исследовательского геологоразведочного института, Всероссийского научно-исследовательского геологического нефтяного института, Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова и ряда других организаций.

В настоящее время, когда добыча нефти в традиционных залежах Западно-Сибирского бассейна падает, баженовская свита становится главным объектом потенциального прироста запасов и добычи чёрного золота [7].

По литологии, геохимии, генезису и роли в нефтегазоносности Западной Сибири баженовская свита – объект особый. Это огромное по площади распространения накопление органогенных пород, в прошлом – органогенных осадков, не имеющее аналогов в Западной Сибири (таких немного и в мире). Формирование осадков, из которых образовалась баженовская свита, – это результат захоронения продуктов жизнедеятельности планктонных и бентосных организмов в огромном, относительно глубоко в Западно-Сибирском море, существовавшем 143–150 млн лет назад (поздняя юра, начало раннего мела), окружённом равнинной сушей.

Породообразующими в баженовской свите являются биогенное перекристаллизованное кремнистое вещество – силициты и углеродистое органическое вещество – кероген (нерастворимое в органических растворителях органическое вещество и битумоиды), а также глинистый материал, карбонаты и пирит. Соотношение этих компонентов меняется в широких пределах. Такие породы называют баженидами или микститамы [8, 9]. Органическое вещество баженовской свиты – кероген – тоже объект исключительный, представляющий собой комплекс полимерлипидов, образованных в осадках из липидов планктонных и бентосных архей, бактерий и простейших эукариотов – радиолярий, фораминифер и других микроорганизмов.

Карбонатно-глинисто-кероген-кремнистые породы баженовской свиты за многомиллионную историю пережили сложную эволюцию. Они погрузились на глубины от 1200 до 3000 м, что привело к уплотнению пород и возрастанию температур до 100–150°C. При таких условиях происходили изменение пород и деструкция (катагенез) керогена, которая привела к генерации и миграции огромной массы флюидов – нефти и углеводородных газов, а также неуглеводородных летучих компонентов (CO_2 , H_2O , H_2S , NH_3).

Численное моделирование процессов генерации нефти в центральной части Западной Сибири показало, что главная фаза генерации жидких углеводородов (микронепти) и углеводородных газов в баженовской свите началась около 95 млн лет назад в сеномане, склоны Хантейской антеклизы она охватила около 45 млн лет назад, а на Сургутском своде продолжается до сих пор.

За это время органическое вещество баженовской свиты в наиболее мощных очагах генерировало 6–10 млн т/км² битумоидов и углеводородных

газов. В зависимости от уровня катагенеза кероген реализовал свой генерационный потенциал от первых процентов на Сургутском своде до 85–90% на Салымском куполовидном поднятии.

По оценкам авторов, начальная масса керогена на площади центральной части Западно-Сибирского бассейна составляла 430–435 млрд т, современная – 300–305 млрд. Потеря массы керогена в катагенезе равнялась 125–135 млрд т. В результате деструкции керогена образовалось 105–110 млрд т битумоидов и 20–25 млрд т неуглеводородных летучих продуктов – H_2O , CO_2 , H_2S , NH_3 .

Для создания методик поиска, разведки, подсчёта запасов и методов разработки баженовской свиты крайне важны понимание генезиса нефти, природы пустотности (порового пространства) и определение её объёма в породах. Обычно при обсуждении природы порового пространства обращают внимание на "листоватость", субгоризонтальную трещиноватость пород, слагающих баженовскую свиту [10, 11]. Они сформированы из тончайших (нано-, микро-) слоёв полимерлипидного протокерогена (керогена) и напоминают осадки, образующиеся в современную геологическую эпоху в Тихом и Атлантическом океанах, вдоль западных берегов Южной Америки и в Африке в результате редкого природного явления – тёплого течения Эль-Ниньо. Углеродистое органическое вещество, представленное слоями микронной толщины, в катагенезе, особенно в главную фазу нефтеобразования, практически целиком превращалось в углеводороды C_1 – C_{40} , гетероциклические соединения, включая смолы и асфальтены и неуглеводородные летучие продукты – H_2O , CO_2 , H_2S , NH_3 . В результате между слоями породы, сложенными главным образом минеральным материалом (силициты, карбонаты, глинистое вещество, твёрдая фаза керогена, пирит), твёрдая часть керогена превращалась преимущественно в обособленные жидкую и газообразную фазы и формировала субгоризонтальную трещиноподобную ёмкость, заполненную нефтью и углеводородными газами. Помимо них в формировании флюидной фазы участвовали органогенная ("возрождённая") вода, диоксид углерода и сероводород. При избытке углерода значительная часть сульфатной серы восстанавливалась до элементарной серы. В зависимости от состава и количества органического вещества образующиеся газы либо полностью растворялись в жидких углеводородах, либо, насытив жидкую фазу, формировали наряду с ней самостоятельную газообразную фазу.

Как показали исследования, микститы и кремнистые породы (силициты) баженовской свиты имеют в составе от 10 до 20% $\text{C}_{\text{орг}}$. Концентрация

в них органического вещества, которое, кроме углерода, содержит водород, азот, кислород и серу, на 15–30% больше. Это полимерлипидное, а на стадии диагенеза коллоидообразное органическое вещество дисперсно пропитывало всю массу осадков.

В настоящее время породы баженовской свиты в центральной части бассейна находятся в главной зоне нефтеобразования. Значит, незрелый кероген потерял в процессе прото- и мезокатагенеза существенную часть своей массы в виде газообразных и жидких продуктов. К началу катагенеза породы содержали кероген в концентрации 12–25% на массу. Если учесть, что плотность беззольного керогена значительно ниже, чем плотность кремнистого, глинистого и карбонатного материала, то роль рассеянного органического вещества в объёме породы была ещё больше. Отсюда следует, что катагенные превращения органического вещества должны были формировать не только субгоризонтальную трещиноватость, но и рассредоточенную по всей матрице баженовской породы пустотность. Поскольку при погружении породы свиты подвергались геостатическому давлению, это приводило к отжатию флюидов и смыканию части порового пространства, не заполненной ими [12].

Теоретический анализ показывает (и аналитические исследования керна подтверждают это), что для баженовской и тутлеймской (нижняя под-свита) свит характерны два типа коллектора [12]:

- пустоты в матрице породы, созданные в катагенезе за счёт деструкции керогена и новообразования микронепти и других неуглеводородных жидких и газообразных ("летучих") соединений; иногда они имеют форму каверн, которые связаны не с процессами выщелачивания, а с деструкцией сформировавшихся в диагенезе первоначально коллоидообразных сгустков органического вещества; это пустотное пространство, как правило, плохо закреплено каркасом породы и частично или полностью закрывается (схлопывается) при потере породой образованных флюидов (эмиграция углеводородов, разгрузка "возрождённых" вод) и уплотнении;

- "листоватость", горизонтальная трещиноватость, заложенные в седиментогенезе (присыпки органического вещества при массовых заморах биоты) и сформировавшиеся в катагенезе по тому же механизму (деструкция керогена).

В Институте нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН разработаны оригинальные методы определения пустотности в породах баженовской свиты и её нефтенасыщенности.

В баженовской и тутлеймской свитах имеются также пласты первоначально органогенных, в значительной степени перекристаллизованных

нефтенасыщенных карбонатных пород, подобных формации бакен в США (они составляют 8–10% массы и 4–6% объёма).

Лабораторные исследования керна баженовской свиты показали, что основная часть её битумоидов является аллохтонной, то есть содержится в открытых порах и представляет собой лёгкую или тяжёлую нефть. Масса адсорбированных и абсорбированных в матрице пород остаточных битумоидов составляет 6–7% массы микронепти, которую генерировало органическое вещество.

Знание массы генерированных битумоидов, массы нафтидов в открытых порах и массы остаточных автохтонных битумоидов позволяет по их разности определить количество эмигрировавшей нефти. Большая часть вовлечённой в процессы первичной миграции нефти сконцентрирована в открытом поровом пространстве самой этой толщи (около 65%), и только 35% образовавшейся нефти эмигрировало за пределы баженовской свиты в песчаные пласты резервуаров верхней юры и баррема-апта.

С учётом изложенных результатов была выполнена вероятностная количественная оценка ресурсов нефти в баженовской свите. Согласно полученным данным, в ней сосредоточено 65–100 млрд т геологических ресурсов нефти, в том числе 65–80 млрд т – в "высокоёмких" коллекторах. Учитывая, что обычно коэффициент извлечения нефти при подсчёте запасов баженовской свиты условно принимается равным 0,15, можно предварительно оценить ресурс этого объекта в 10–12 млрд т (рис. 2).

Таким образом, баженовская свита Западной Сибири содержит огромные запасы нефти. Это уже осознали нефтяные компании. Интересные и перспективные работы по созданию технологий поиска, разведки и разработки баженовской нефти в последние годы выполнили "Сургутнефтегаз", "Лукойл", "РИТЭК", "Роснефть", "Газпром нефть". Однако ни одну из задач, направленных на организацию эффективной добычи нефти из баженовской свиты, нельзя считать решённой.

Следует иметь в виду, что используемая в настоящее время теория и технологии разработки месторождений нефти основаны на модели упругого или преимущественно упругого геологического тела. Нефтеносные породы баженовской свиты (бажениты, микститы) благодаря высокой концентрации керогена и вторичной природе пористости представляют собой пластичное или упруго-пластичное тело. Построение теории фильтрации нефти в таком коллекторе требует новой постановки задач и новых методов решения, а создаваемые технологии – ориентации на упруго-пластичную модель геологического тела. Традиционные методы разработки нефтяных место-

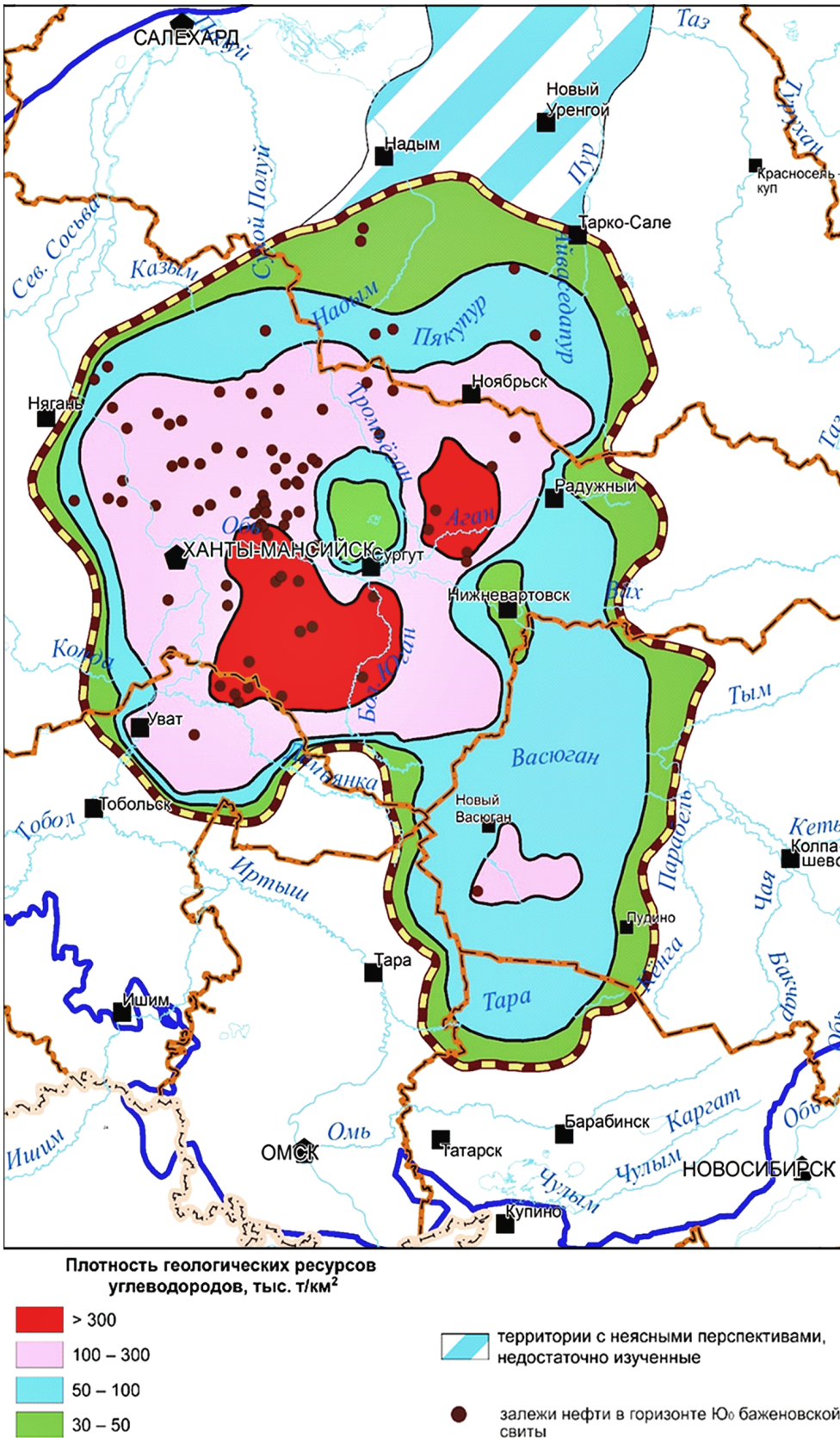


Рис. 2. Схематическая карта перспектив нефтегазоносности баженовского горизонта центральных районов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (ресурсы нефти и растворённого газа)

рождений, исходящие из модели упругого коллектора, к баженовской свите неприменимы. Не снимает проблемы и технология добычи сланцевой нефти, разработанная в США.

Сформулируем первоочередные технологические задачи, которые необходимо решить в кратчайшие сроки:

- разработать методику выявления и картирования объектов, в которых локализованы залежи нефти в баженовской свите;

- создать методику выявления нефтепродуктивных интервалов баженовской свиты по данным геофизических исследований скважин (ГИС).

- создать и апробировать в Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых России эффективную методику разведки и подсчёта запасов нефти в баженовской свите, методики определения подсчётных параметров залежей по данным исследования керна и ГИС;

- подготовить рациональный и эффективный комплекс ГИС для баженовской свиты;
- разработать методы оценки ресурсов нефти в баженовской свите;

- создать, опираясь на российский и мировой опыт и учитывая специфику коллектора, технологии разработки залежей нефти в баженовской свите с использованием горизонтального бурения, гидроразрыва пластов и других методов ин-

тенсификации и обеспечения стабильности дебита скважин.

При успешном решении этих задач баженовская свита, несомненно, станет главным геологическим объектом, на который будет опираться добыча нефти в России во второй четверти XXI в. Нужно также учитывать высокие перспективы нефтеносности близких по геологической природе и таких же уникальных объектов, как доманиковская свита Восточно-Европейской платформы, хадумская свита Северного Кавказа, куонамская свита Сибирской платформы.

Решение перечисленного комплекса технологических задач возможно только при высочайшем уровне научного сопровождения и использовании новейшего оборудования.

Для построения теории, адекватной реальному объекту, нужна исчерпывающая экспериментальная характеристика литологического состава, механических и петрофизических свойств пород баженовской свиты в зависимости от температуры и давления. Поэтому создание экспериментальных и теоретических основ и технологий разработки объекта и его литологических аналогов — принципиально новая, мультидисциплинарная задача, а её решение будет иметь огромное значение для экономики России и других стран.

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН предлагает реализовать в рамках программы развития Новосибирского научного центра СО РАН проект "Научное обоснование, разработка и крупномасштабное внедрение высокоэффективной технологии добычи нефти в упруго-пластичных коллекторах баженовской свиты (Западно-Сибирская провинция) и её фациальных аналогах в европейских районах страны, Восточной Сибири и Якутии". В его реализации должны участвовать нефтяники, специалисты в области разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, математического моделирования, физики различных специальностей и химии. Сибирское отделение РАН готово сформировать такой коллектив. Проект должен стать убедительным доказательством преимуществ междисциплинарного подхода к исследованиям и разработкам полного цикла, где происходит размывание междисциплинарных и межотраслевых границ.

Ядром проекта предполагается сделать Центр трудноизвлекаемых запасов нефти (ТРИЗ-центр), который будет заниматься теоретическими исследованиями и стендовым моделированием процессов разработки

месторождений нефти в упруго-пластичных коллекторах, определением эффективных режимов нефтегазоносного пласта. Это сократит объёмы бурения дорогостоящих скважин с методическими целями, значительно удешевит и в 2–3 раза уменьшит временные затраты на научные исследования. Таким образом, создание ТРИЗ-центра позволит "сжать" инновационный цикл, существенно сократив время между получением новых знаний и созданием технологий, продуктов и услуг, их выходом на рынок.

ПОИСК, РАЗВЕДКА И РАЗРАБОТКА МЕЛКИХ И МЕЛЬЧАЙШИХ ПО ЗАПАСАМ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ЗРЕЛЫХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ПРОВИНЦИЯХ

В результате интенсивной добычи нефти и газа многие нефтегазоносные провинции Российской Федерации (Северо-Кавказская, Волго-Уральская, Западно-Сибирская и др.) вступили в зрелую стадию освоения. Это означает, что все или почти все уникальные, крупные и средние по запасам месторождения уже выявлены, открываются только мелкие, мельчайшие и реже средние по запасам [13–16].

Из месторождений, открытых за последние 25 лет в Волго-Уральской провинции, 96,1% имеют начальные извлекаемые запасы менее 5 млн т, 76,9% — менее 1 млн т. Только 11 месторождений располагают запасами от 5 до 15 млн т. Примерно такое же положение дел в Республике Коми (Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция), Ханты-Мансийском автономном округе и Томской области (Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция) [9].

Долгое время из-за отсутствия специальной методики возможности мелких и мельчайших месторождений при оценке прогнозных ресурсов нефти рассчитывались только экспертно. Лишь в 1970–1980-е годы А.Э. Конторовичем, В.И. Шпильманом, Л.М. Бурштейном, В.И. Дёминым и В.Р. Лившицем были созданы теорети-

Распределение перспективных (D_1) извлекаемых ресурсов нефти по месторождениям различной крупности с запасами более 0,3 млн т в Волго-Уральской и Западно-Сибирской нефтегазоносных провинциях (по состоянию на 1 января 2018 г.)

Провинция	Классы месторождений по извлекаемым ресурсам, млн т			Всего
	3–10	1–3	0,3–1	
Волго-Уральская	0	1654,6	3870,7	5525,3
Западно-Сибирская	7861,6	4708,8	4461,9	17 032,3
Итого	7861,6	6363,4	8332,6	22 557,6

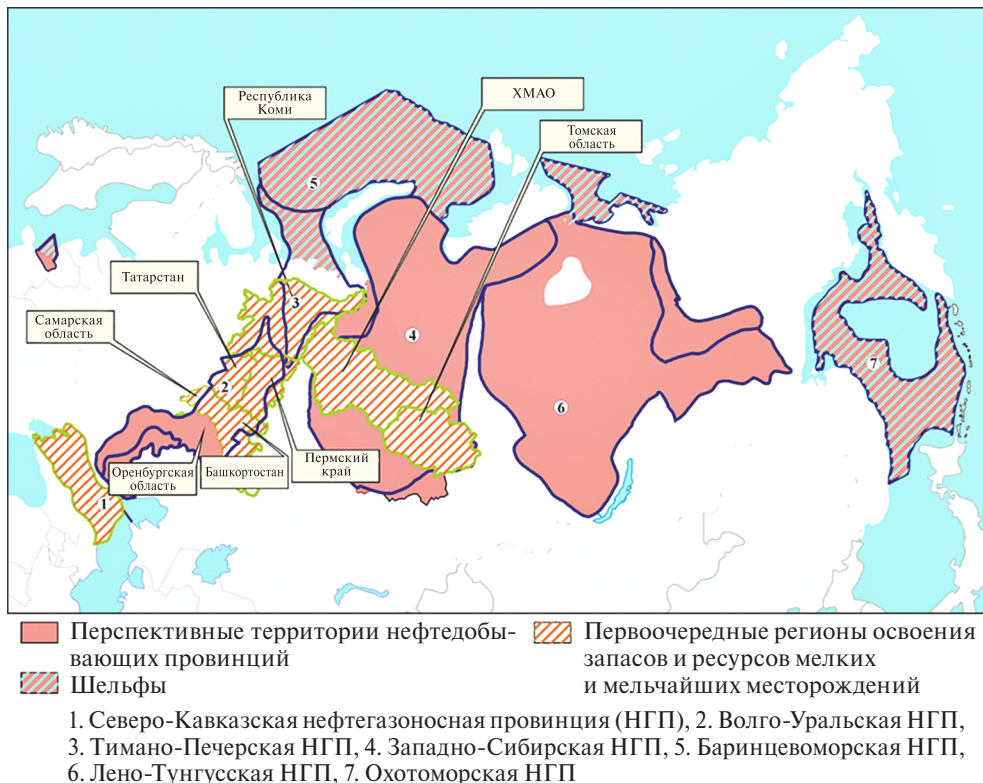


Рис. 3. Первоочередные районы освоения запасов и ресурсов мелких и мельчайших месторождений в Российской Федерации с привлечением малого и среднего бизнеса

ческие основы такой методики [14, 15], а позже дана оценка прогнозных ресурсов нефти с извлекаемыми запасами месторождений более 300 тыс. т в двух крупнейших зрелых нефтегазоносных провинциях [17]. Показано, что перспективные ресурсы традиционной нефти в них весьма значительны – около 5,5 млрд т в Волго-Уральской и 17 млрд т – в Западно-Сибирской. В этих месторождениях остались невыявленными более 75,5 тыс. мелких и мельчайших залежей, в том числе около 29 тыс. – в Волго-Уральской и около 46,5 тыс. – в Западно-Сибирской. Их средние запасы составляют 1,2 млн т (табл.), что согласуется с оценками ресурсов категории D_0 (подготовленные, ранее относившиеся к категории C_3). Согласно данным Федерального агентства по недропользованию (Роснедра) и субъектов Российской Федерации, в рассматриваемых регионах подготовлены к поисковому бурению около 1200 геологических объектов, при этом средний ресурс каждого не превышает 3 млн т.

Наряду с истощёнными уникальными и крупными, а также средними месторождениями нефти открытые и прогнозируемые к открытию мелкие и мельчайшие месторождения должны стать базой для поддержания или замедления падения добычи нефти в зрелых нефтегазоносных регионах. В крупных нефтедобывающих районах страны разработка мелких и мельчайших ме-

сторождений уже идёт, в 2013–2017 гг. на них ежегодно добывали 40–45 млн т чёрного золота.

Подобным образом развивалась ситуация и в США. В первой половине 1970-х годов и вплоть до начала эпохи сланцевой нефти, то есть до 2008 г., добыча нефти на мелких и мельчайших месторождениях была важной составной частью общей добычи нефти в этой стране. Задачу удалось решить путём широкого привлечения к поиску, разведке и разработке таких месторождений малого и среднего бизнеса. Представляется, что Россия должна учесть и использовать этот опыт. Более того, создание благоприятных

условий для деятельности малого бизнеса должно стать важным элементом государственной политики в области недропользования (рис. 3), что может обеспечить до 20% добычи нефти в стране, способствовать созданию новых рабочих мест в районах со значительной плотностью населения, подъёму уровня и качества жизни. Для этого необходимо разработать государственную программу освоения мелких и мельчайших месторождений нефти, ориентированную на малый и средний бизнес и включающую меры государственной поддержки и антимонопольные меры, которые защищали бы небольшие компании от поглощения гигантскими нефтяными корпорациями. При разработке таких документов необходимо учесть успешный опыт Татарстана и Башкортостана.

Министерству энергетики РФ, Министерству природных ресурсов и экологии РФ, Министерству науки и высшего образования РФ, РАН совместно с Министерством финансов РФ предлагается:

- разработать государственную программу освоения ресурсов нефти в мелких и мельчайших месторождениях нефти на период до 2035 г. и на более отдалённую перспективу.

Министерству природных ресурсов и экологии РФ предлагается:

- выполнить экспертизу оценки прогнозных ресурсов нефти и перспектив открытия мелких

и мельчайших месторождений в регионах, находящихся на зрелой стадии развития нефтяной промышленности;

- разработать программу лицензирования недр, ориентированную на ускоренное геологическое изучение территорий, перспективных для открытия мелких и мельчайших месторождений;

- учитывая, что организация сейсморазведочных работ на небольших участках (15–30 км²) будет заведомо нерентабельной, предусмотреть в качестве формы партнёрства государства и бизнеса на территориях, планируемых к лицензированию, проведение сейсморазведочных работ 2D-или 3D-методами, что подготовило бы объекты к поисковому бурению с последующим включением затрат в стоимость лицензионных участков и возвращением затраченных средств в федеральный бюджет;

- изменить для мелких и мельчайших месторождений положение об этапах и стадиях разведочных работ, разрешить опытно-промышленную разработку таких месторождений сразу после регистрации их открытия, исключить этап разведки и предусмотреть совмещение разведки этих месторождений с эксплуатационным бурением.

Министерству финансов РФ по согласованию с Министерством природных ресурсов и экологии РФ следует:

- предусмотреть в бюджете затраты на геофизические работы, проводимые на территориях, планируемых к лицензированию, для поиска и освоения мелких и мельчайших месторождений с возвращением средств в бюджет в процессе освоения открытых месторождений.

Министерству финансов РФ совместно с Министерством энергетики РФ и Министерством природных ресурсов и экологии РФ предлагается предусмотреть:

- льготные формы кредитования малого и среднего нефтяного бизнеса на выполнение поискового и эксплуатационного бурения и связанные с ним работы (исследование керна, подсчёт запасов, проектирование геологоразведочных работ, разработка месторождений);

- приоритетный и льготный допуск малых нефтяных компаний к системам транспорта нефти;

- разработку комплекса мер государственной поддержки малого и среднего нефтяного бизнеса при освоении мелких и мельчайших нефтяных месторождений.

Рекомендовать Правительству России внести по предложениям Минфина, Минэнерго и Минприроды, Минобрнауки России и РАН законодательные коррективы:

- по уточнению понятия "малые нефтяные компании";
- по закреплению комплекса мер государ-

ственной поддержки малого и среднего нефтяного бизнеса при освоении мелких и мельчайших месторождений.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в рамках Комплексной программы фундаментальных исследований СО РАН "Междисциплинарные интеграционные исследования" на 2018–2020 гг., проект № ИП II.1.72 "Разработать (геологические, математические и физические) модели флюидонасыщенного упруго-пластичного трещиновато-порового коллектора в высокоуглеродистых кероген-глинисто-карбонатно-кремнистых породах (микститах типа баженитов и доманикитов)".

ЛИТЕРАТУРА

1. *Конторович А.Э.* Глобальные проблемы нефти и газа и новая парадигма развития нефтегазового комплекса России // Наука из первых рук. 2016. № 1. С. 6-17.
2. *Конторович А.Э., Эдер Л.В.* Новая парадигма стратегии развития сырьевой базы нефтедобывающей промышленности Российской Федерации // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2015. № 5. С. 8-17.
3. *Трофимук А.А.* Проблемы развития газонефтедобывающей промышленности СССР // Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа. Сборник научных трудов. Новосибирск: Наука, 1991. С. 6-14.
4. *Гурари Ф.Г.* Геология и перспективы нефтегазоносности Обь-Иртышского междуречья. Л.: Гостоптехиздат, 1959.
5. *Гурари Ф.Г.* О поисках нефти и газа в мезозое Западно-Сибирской низменности // Труды СНИИГГИМС. Л.: Гостоптехиздат, 1961. С.15-31.
6. *Новиков Г.Р., Салманов Ф.К., Тянь А.В.* Перспективы открытия крупных залежей нефти в трещиноватых аргиллитах баженовской свиты // Нефть и газ Тюмени: научно-технический сборник. 1970. Вып. 7. С. 1-3.
7. *Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Казаненков В.А. и др.* Баженовская свита – главный источник ресурсов нетрадиционной нефти в России // Георесурсы, геоэнергетика, геополитика. 2014. № 2. С. 1-8.
8. *Нестеров И.И.* Новый тип коллектора нефти и газа // Геология нефти и газа. 1979. № 9. С. 26-29.
9. *Конторович А.Э., Эдер Л.В., Филимонова И.В. и др.* Нефтяная промышленность исторически главных центров Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, элементы их истории, ближайшие и отдалённые перспективы // Геология и геофизика. 2016. № 12. С. 2097-2114.
10. *Булынникова С.П., Гольберт А.В., Климова И.Г. и др.* Палеобиофашии нефтегазоносных волжских и неомкомских отложений Западно-Сибирской плиты. М.: Недра, 1978.
11. *Брадучан Ю.В., Гурари Ф.Г., Захаров В.А. и др.* Баженовский горизонт Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1986.

12. *Конторович А.Э., Родякин С.В., Буриштейн Л.М. и др.* Пористость и нефтенасыщенность порового пространства пород баженовской свиты // Геология нефти и газа. 2018. № 5. С. 73-85.
13. *Конторович А.Э., Дёмин В.И.* Метод оценки количества и распределения по запасам месторождений нефти и газа в крупных нефтегазоносных бассейнах // Геология нефти и газа. 1977. № 12. С. 18-26.
14. *Конторович А.Э., Дёмин В.И., Страхов И.А.* Закон "геологоразведочного фильтра" при поисках месторождений углеводородов // Советская геология. 1987. № 6. С. 6-13.
15. *Конторович А.Э., Лившиц В.Р.* Имитационная стохастическая модель распределения месторождений нефти и газа по запасам // Советская геология. 1988. № 9. С. 99-107.
16. *Конторович А.Э., Лившиц В.Р.* Имитационное моделирование процесса поисков месторождений нефти и газа // Геология и геофизика. 1988. № 5. С. 3-17.
17. *Конторович А.Э., Лившиц В.Р.* Новые методы оценки, особенности структуры и пути освоения прогнозных ресурсов нефти зрелых нефтегазоносных провинций (на примере Волго-Уральской провинции) // Геология и геофизика. 2017. № 12. С. 1835-1853.

MAIN DIRECTIONS IN THE DEVELOPMENT OF RUSSIA'S OIL SECTOR IN THE FIRST HALF OF THE XXI CENTURY

© 2019 A.E. Kontorovich*, L.M. Burshtein**, V.R. Livshits***, S.V. Ryzhkova****

Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

*E-mail: KontorovichAE@ipgg.sbras.ru; **E-mail: Levi@ipgg.sbras.ru; ***E-mail: LivshicVR@ipgg.sbras.ru

****E-mail: RizhkovaSV@ipgg.sbras.ru

Received 07.02.2019

Revised version received 07.04.2019

Accepted 01.07.2019

This paper discusses the most important aspects of the development of the oil and gas industry in Russia. To replace declining oil production in Russia, we need to change the obsolete paradigm of the development of the domestic resource base. In the twenty-first century, the priority tasks in the search for oil deposits should be the Russian Arctic shelves and immature onshore provinces as well as unique unconventional oil accumulations (Bazhenov, Domanik, Khadum, Kuonamka Formations, etc.). In addition, special focus should be placed on the exploration of small and smallest oil and gas fields, which will be developed with the collaboration of small- and medium-sized oil businesses to ensure up to 20% of domestic oil production. The shift from extensive to intensive development of Russia's oil and gas sector will require the prioritizing of technological tasks.

Keywords: I.M. Gubkin, N.K. Baibakov, A.A. Trofimuk, oil, gas, new paradigm, unconventional oil accumulations, small and smallest oil and gas fields.