УДК 553.982.2 + 504.062.2

Н.П. Запивалов
д-р геол.-мин. наук
академик РАЕН
заслуженный геолог России
ИНГГ СО РАН[1]
главный научный сотрудник
Новосибирский государственный университет[2]
профессор
ZapivalovNP@ipgg.sbras.ru

Нефтегазовая наука и практика – вызовы XXI века

[1]Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН. Россия, 630090, Новосибирск, пр. Коптюга, 3.
[2]Новосибирский государственный университет. Россия, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2.

Нефтегазонасыщенный пласт представляет собой целостную взаимосвязанную систему: породы (минералы) + флюиды (нефть, газ, вода). Залежь нефти – это «живая» флюидопородная система, поэтому ее жизнь подчиняется законам саморегуляции. Автор считает, что в настоящее время следует сосредоточить научную мысль и практические усилия на изучении и управлении «жизнью» месторождений и рациональной разработке действующих месторождений с целью щадящей выработки остаточной (трудноизвлекаемой) нефти, а также на обнаружении новых, в том числе вторичных углеводородных скоплений по всему стратиграфическому разрезу (включая глубинные горизонты и различные породно-флюидные ассоциации) в районах с развитой многоплановой инфраструктурой.
В процессе освоения нефтегазовых месторождений, особенно в период их активной (форсированной) разработки, необходимо применять реабилитационные циклы, что позволит обеспечить быстрое восстановление энергии пласта и фильтрационных свойств, а в итоге повысит длительность эксплуатации объекта и конечную нефтеотдачу

Ключевые слова: генезис нефти; «жизнь» месторождения; реабилитационные циклы; остаточная нефть; метасоматоз

В нефтегеологической науке XXI в. преобладают идеи современной нелинейной динамики с ее концепциями хаоса и самоорганизации. Установлено, что углеводороды имеются во всех слоях земной коры, а также предполагаются в космосе. Скопления нефти и газа обнаружены во всех типах пород и во всех стратиграфических горизонтах на суше и в акваториях. По существу, наша планета является единым нефтяным полигоном.

Мифы о «пике нефти» [1] опровергнуты новыми доказательствами и фактами [2–3]. Месторождения УВ могут быть открыты в самых неожиданных местах и условиях. Темпы и объемы добычи нефти и газа, а также цены зависят от различных природных, техногенных и рыночных флуктуаций, включая многие геополитические факторы. Но век углеводородной цивилизации никогда не закончится. Это подтверждается наличием и открытием новых разнообразных источников УВ (традиционных и нетрадиционных), а также созданием инновационных методов и технологий их добычи и утилизации. Это убедительно демонстрируют следующие графические материалы: динамика доказанных запасов нефти за последние 20 лет (***рис. 1***), динамика добычи нефти в течение обозримого периода активной человеческой деятельности (***рис. 2***), а также динамика потребления нефти в мире (***рис. 3***).

В России тоже постоянно увеличивается добыча нефти, за исключением периода перестройки и смены общественно-политической формации (1989–2001 гг.) (***рис. 4***).

70 стран в мире имеют разведанные запасы нефти, более 65 стран осуществляют добычу нефти, и практически все государства мира в той или иной степени используют углеводородное сырье для различных целей.

Ясно, что углеводородных ресурсов в земных недрах много, но требуется разумное (научное) использование этих крайне важных для человечества богатств.

О новых подходах в нефтегазовой геологии

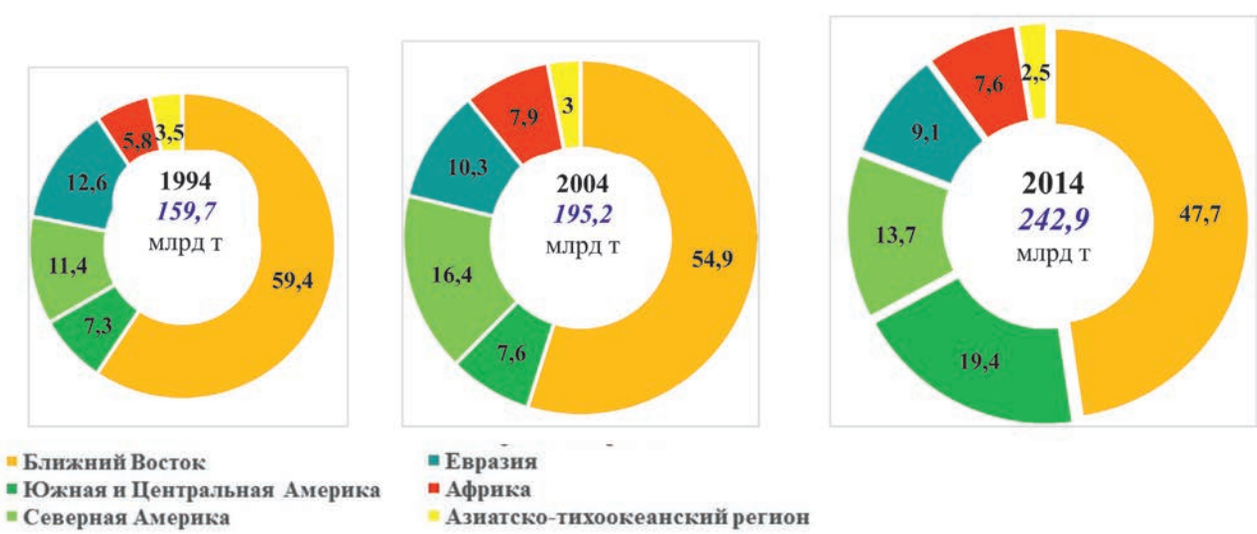
Имеется много различных достаточно авторитетных точек зрения на генезис углеводородов [4–5].

Многолетний опыт работы в нефтегазовой геологии привел автора к выводу об ограниченной применимости классической теории, хотя именно он впервые в Западной Сибири в 1958 г. на основе изучения опорных скважин в марьяновской (впоследствии переименованной в баженовскую) свите (верхняя юра) выделил нефтематеринскую толщу (геохимическая пачка А). Этому была посвящена кандидатская диссертация. Но сейчас у автора другая позиция, не предполагающая приверженности какой-либо одной концепции генезиса нефти.

Создать общую теорию нафтидогенеза, пригодную для любых геологических условий, видимо, невозможно. Выделение региональных нефтематеринских толщ в качестве единого и обязательного источника нефтегазообразования является некорректным.

А. Леворсен еще в прошлом веке пришел к выводу, что нефтематеринские толщи никакого отношения к практике поисково-разведочных работ не имеют. Он утверждал: «Проблема происхождения нефти и газа теряет в какой-то мере

Рис. 1.
Распределение доказанных запасов нефти в мире в 1994, 2004 и 2014 гг., % (BP Statistical Review of World Energy, 2015)



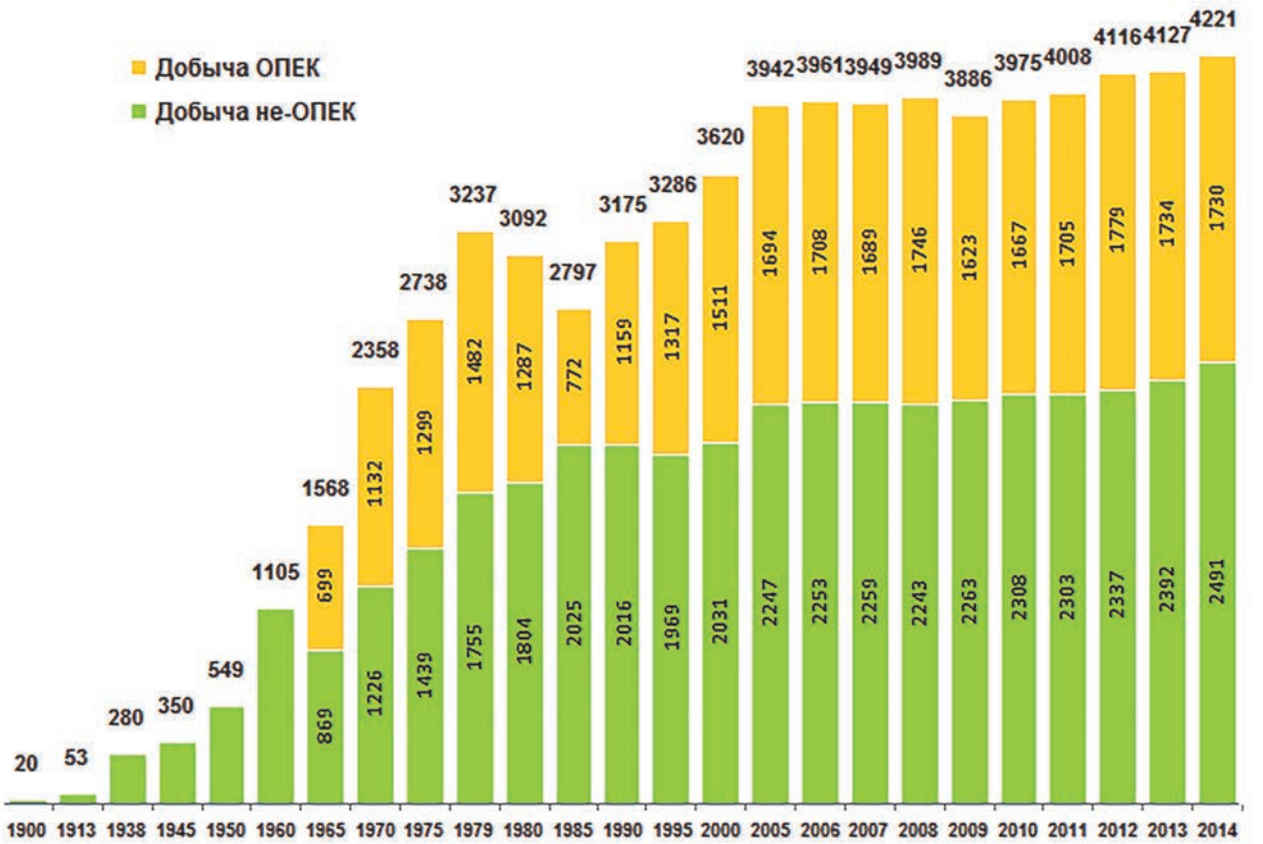


Рис. 2.
Динамика добычи нефти в мире, млн т (BP Statistical Review of World Energy, 2015)

свое значение в качестве обязательной предпосылки для постановки поисковых работ. Причиной является то, что нефть и нефтеподобные УВ обнаружены почти во всех неколлекторских породах. Количество остаточной нефти (микронефти), находящейся в рассеянном состоянии в этих породах, превышает все разведанные запасы нефти и газа на земном шаре. Следовательно, нет необходимости искать особые материнские породы» [6, с. 488].

Надо признать и то, что различные виды палеореконструкций по существу являются виртуальными и вряд ли могут считаться уверенными ориентирами для выбора благоприятных нефтегазовых объектов, поскольку любая флюидопородная система подвергается вторичным, наложенным процессам. Особенно важно учитывать метасоматоз. Поэтому мы имеем дело с молодыми залежами и современными фильтрационно-емкостными параметрами пласта; их преобразование может быть очень быстротечным. Принципы возрастной аналогии и методика расчетов категорийных запасов и ресурсов по эталонам не отвечают требованиям достоверности решения нефтегеологических задач. Н.А. Еременко и Дж. Чилингар [7] утверждали, что в очень короткое геологическое время коллектор может стать покрышкой, а покрышка – коллектором.

Исследования и обобщения

Нефтегазонасыщенный пласт представляет собой целостную взаимосвязанную систему: породы (минералы) + флюиды (нефть, газ, вода). Залежь нефти – это «живая» флюидопородная система, поэтому ее жизнь подчиняется законам спонтанной саморегуляции. Следует сосредоточить научную мысль и практические усилия на изучении и управлении «жизнью» месторождений. Необходимо учитывать, что эта «жизнь» зависит от многих градиентных факторов в быстротечном режиме. Залежь нефти может сформироваться, расформироваться и вновь образоваться. Поэтому многие скопления нефти и газа являются молодыми.

Промысловые исследования и наблюдения во многих регионах позволили установить, что критическим порогом устойчивого состояния флюидонасыщенной системы в процессе разработки месторождения является величина депрессии на пласт 5–8 МПа [8, 9]. Это значение является практически универсальным и применимо для всех типов коллекторов.

Флюидодинамические системы (залежи, месторождения) являются по многим параметрам очаговыми, вероятнее всего, фрактальными объектами с неравномерной продуктивностью [10].

Рис. 3.
Динамика потребления нефти в мире, тыс. баррелей в сутки (1 m = 7 баррелей) (BP Statistical Review of World Energy, 2015)

Примером нарушения естественных природных процессов является Верх-Тарское месторождение, которое было уничтожено за 10 лет ускоренной выработки активных запасов за счет завышенных темпов добычи и неумеренного применения ГРП и заводнения [11] (***рис. 5***). Автор в течение многих лет предлагает создать на основе этого уникального района, где есть нефть в песчаниках мезозоя (Верх-Тарское), карбонатных породах палеозоя (Малоичское) и даже в гранитах Межовского массива, научно-технологический и образовательный федеральный полигон для натурных исследований, апробации новых и тиражирования инновационных технологий по всему спектру нефтегазового производства, но активной поддержки пока не получил.

Именно Верх-Тарское месторождение нуждается в щадящей технологической реабилитации, поскольку природная реабилитация может оказаться очень длительной. Есть методы и предложения, но недропользователь не готов. Будем ждать восполнения запасов и новой жизни этого многострадального месторождения. Автор, как первооткрыватель, очень на это надеется.

Уравнение состояния флюидонасыщенной системы

В первом приближении динамика состояний углеводородных месторождений может описываться эволюционным уравнением вида

$$\frac{\partial \mathrm{p}}{\partial \mathrm{t}} = Z\left(\mathrm{p}, a, \mathrm{t}\right),$$

где $p = (p_1, p_2, ..., p_k)$ – выбранный набор динамических величин, характеризующих состояние системы; $a = (a_1, a_2, ..., a_l)$ – набор параметров системы; t – временная переменная; Z – оператор, скорее всего, нелинейный, действующий на p и универсальный для всех (или для достаточно представительного класса) месторождений, который должен быть определен на основании эмпирических закономерностей развития углеводородных скоплений.

По мнению физиков и математиков, такой вид имеют уравнения динамики механических систем, жидкостей и газов, физических полей, атомных систем, галактик и пр. Во всех перечисленных областях уравнения такого вида являются основой успешного исследования сложных систем, процессов и явлений с большим набором неопределенностей.

Наиболее эффективным представляется построение натурных флюидодинамических моделей на основе фактических данных, отраженных в уравнениях переноса и баланса углеводородных масс и сопутствующих компонентов. Это особенно важно для подтверждения закона о критическом пороге состояния нефтегазонасыщенных систем, эмпирически равном 5–8 МПа депрессии на пласт, и оценки очаговой подпитки месторождений.

Обсуждение и предложения

Требует дополнительной разработки проблема большой нефти в глубинном комплексе Западной Сибири (палеозой и докембрий), в том чис-

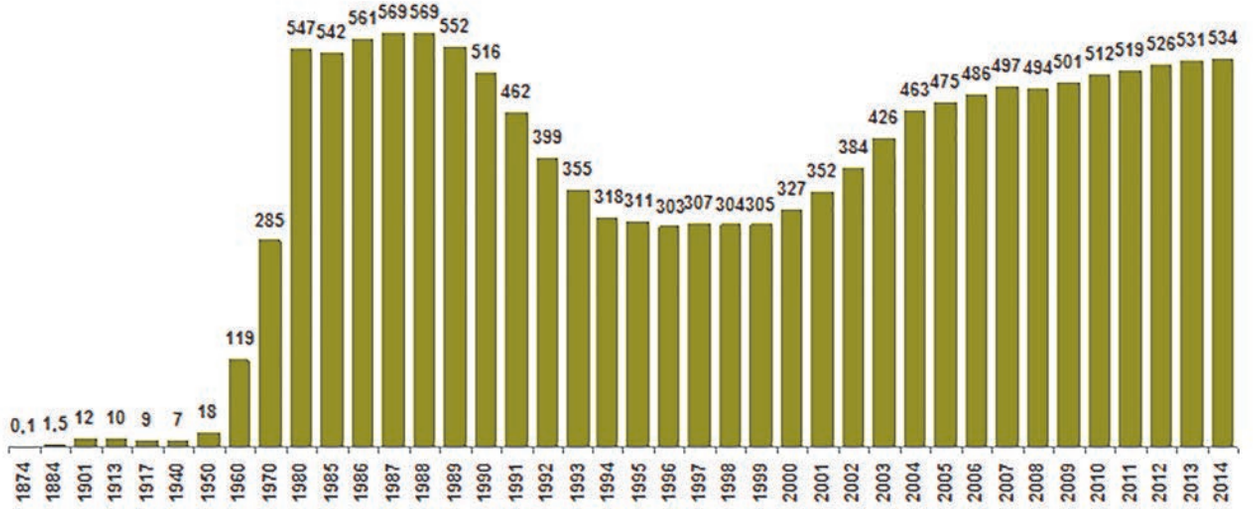


Рис. 4.
Динамика добычи нефти в России, млн т (http://vseonefti.ru/)

ле в погребенных гранитах [12]. Этой проблемой автор занимается много лет. Препятствием является геологическая неопределенность классического термина «фундамент».

Задача скорейшего масштабного промышленного освоения сугубо прогнозных нефтегазовых ресурсов российских арктических акваторий в обозримой перспективе XXI в. имеет непреодолимые трудности. Между тем огромная заполярная сухопутная территория Западной Сибири – это совсем другая, почти решенная задача.

Завышенные надежды на баженитy и сланцевую нефть Западной Сибири, видимо, не оправдаются. По данным исследований [13], отложения баженовской свиты по своей геохимической специализации относятся к формации металлоносных черных сланцев; баженовская свита, по сравнению со средними данными для черных сланцев мира, более чем в 3 раза обогащена U, Zn, Sr, Ba и в 1,5 раза – As, Co и Tb. Содержание урана в породах колеблется от 2 до 171 г/т, при среднем его содержании 40,9 г/т. Ориентировочно можно оценивать ресурсы этого металла в исследуемом районе на уровне 3 млрд т.

Встает, возможно, не праздный вопрос: может быть, из Западно-Сибирских баженитов добывать уран и другие металлы, хотя бы в отдельных перспективных районах (может быть, вместе с нефтью)?

Выводы

• В нефтегазовой практике почти повсеместно осуществляется форсированная коммерческая добыча легко извлекаемой нефти всеми доступными сверхинтенсивными методами. Много нефти остается в продуктивных и перспективных очагах разрабатываемых месторождений. Остаточная нефть (запасы) к настоящему моменту составляет 55–70%. Чтобы добывать эту остаточную (трудноизвлекаемую) нефть из продуктивных пластов, нужны принципиально новые идеи и технологии. Значительные перспективы представляют прорывные нанотехнологии в нефтегазовой геологии [9, 14].

• В научных исследованиях, в прогнозах, поисках, разведке и разработке месторождений следует ориентироваться на установление зон (очагов) с активным градиентным флюидным режимом в каждый отдельный момент времени. Методов и технологий таких инновационных процедур сейчас достаточно, включая высотные и космические съемки. Рекомендуются, например, методика ДФМ [15] и технология спектрального анализа микросейсм (*SAM*) [16]. Эти технологии позволяют четко выявлять высокопродуктивные очаги в процессе разведки и разработки месторождений.

• В процессе освоения нефтегазовых месторождений, особенно в период их активной (форсированной) разработки, необходимо применять реабилитационные циклы, способствующие быстрому восстановлению энергии пласта и фильтрационных свойств, а также **образованию новых объемов углеводородных масс**. В итоге это обеспечит длительную жизнедеятельность объекта, высокую конечную нефтеотдачу, соблюдение экологических стандартов, а также существенную экономию труда и капитала.

• Активные процессы современной очаговой подпитки углеводородных скоплений и соответствующее увеличение запасов безусловно представляют научный и практический

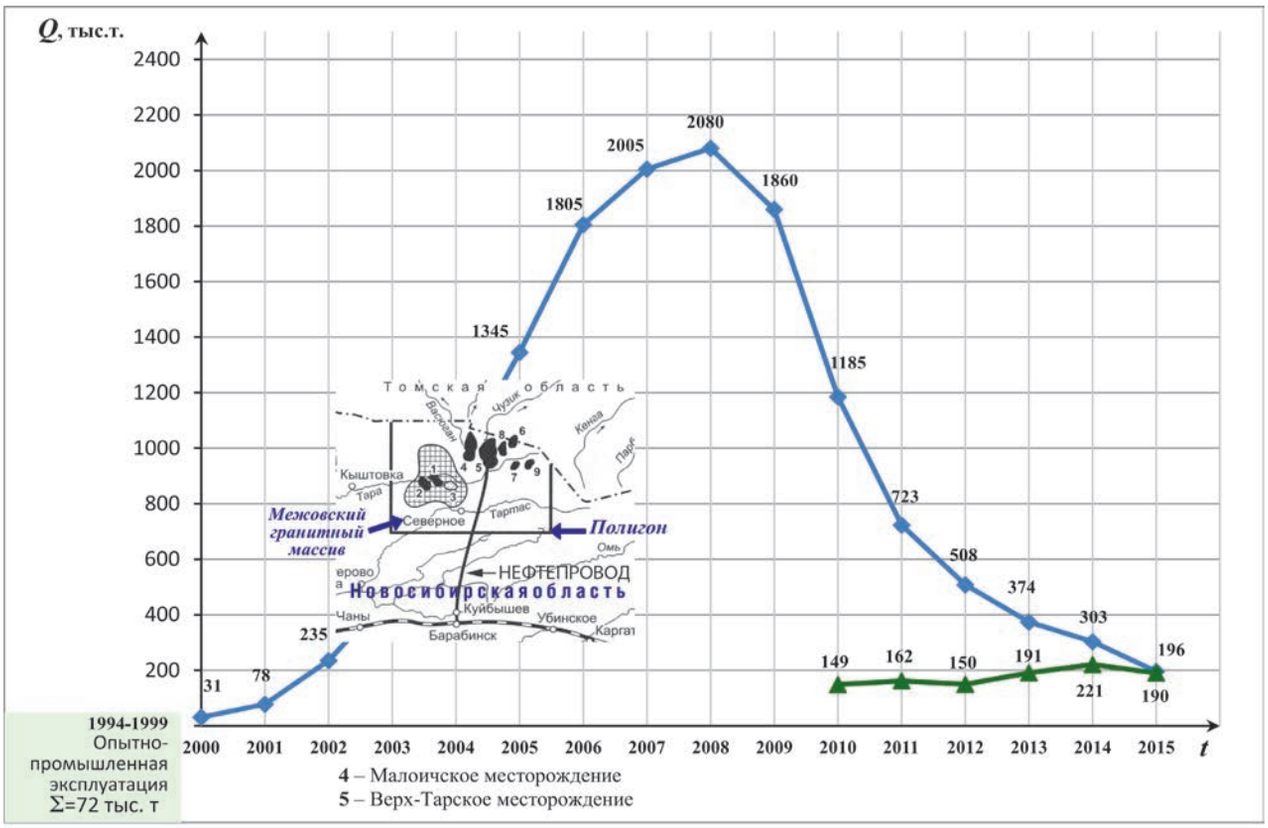


Рис. 5.
Динамика добычи нефти на Верх-Тарском месторождении по годам. Суммарная добыча на 01.01.2015 составила 14 млн 46 тыс. т. Геологические запасы – 52 млн т. Зеленым показана начавшаяся позднее добыча нефти на Малоичском месторождении из палеозоя. В 2015 г. добыча снизилась по сравнению с 2014 г. на 26%

интерес, определяя новые направления. Наглядным и убедительным примером очаговой подпитки углеводородных скоплений может служить Ромашкинское месторождение (Татарстан) (***рис. 6***).

По оценке академика АН РТ Р.Х. Муслимова, на Ромашкинском месторождении ежегодно происходит восполнение около 3 млн т нефти. По его мнению, завершающая стадия разработки месторождений может длиться сотни лет [17–18]. Подпитка отдельных зон и очагов на многих разрабатываемых месторождениях и образование новых объемов углеводородов является доказанным фактом.

• Многие скважины и месторождения по разным причинам подлежат ликвидации. Необходима временная консервация этих скважин для осуществления реабилитационных циклов [19–20] с возможной подпиткой, после чего станет возможна их повторная эксплуатация. Эта идея подтверждена фактами, приведенными в недавней статье И.А. Дьячука [21]. Однако переформирование залежей по принципу капиллярно-гравитационной сегрегации представляет упрощенный вариант. Природные процессы намного сложнее.

• Особый интерес представляют доломиты в карбонатных толщах, образованных за счет позднего **метасоматоза**. Наноразмерные метасоматические процессы увеличивают не только пористость, но и проницаемость, способствуют образованию хороших и часто высокодебитных карбонатных коллекторов. Можно инициировать ускоренный техногенный процесс метасоматической доломитизации и создавать или обновлять высокопродуктивные очаги на месторождении [22–24]. В принципе, внедрение в науку и практику нанотехнологических подходов крайне необходимо [10].

• Необходимо в различных нефтегазовых районах организовать научно-технологические полигоны, аналогичные полигону *GBRN* (*Global Basin Research Network*) у побережья Луизианы, где расположено гигантское месторождение Мексиканского залива «Юджин Айленд». Если это слишком затратно или трудно по каким-либо другим причинам, нужно иметь хотя бы по одной научно-исследовательской скважине на каждом работающем месторождении. Нужны постоянные наблюдения в непрерывном режиме за изменениями в самом флюидонасыщенном пласте.

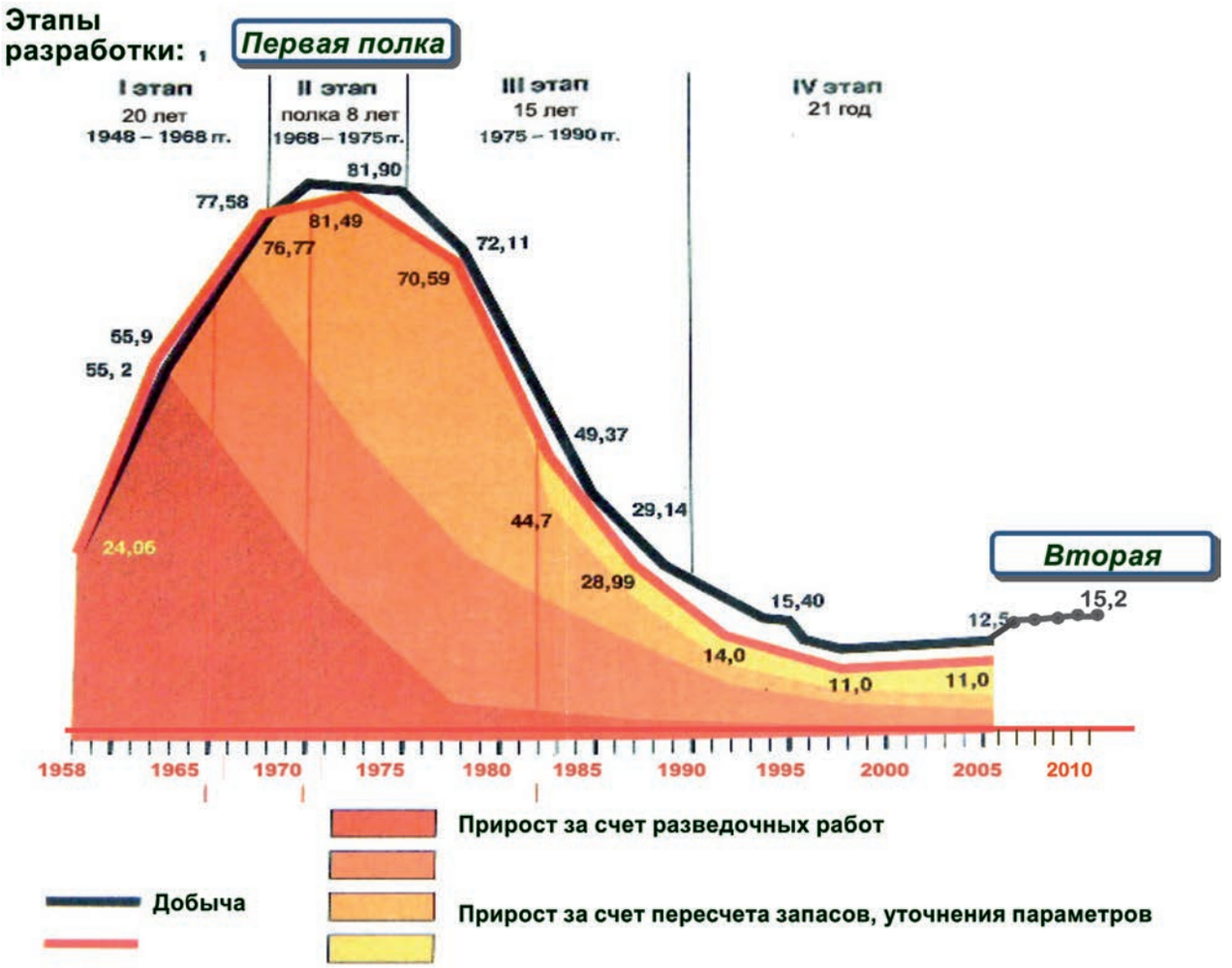


Рис. 6.
График «жизни» Ромашкинского месторождения. Добыча и прирост запасов нефти в млн т

Можно напомнить, что в Кольской сверхглубокой скважине (12 262 м) многие априорные геологические и геофизические модели оказались неподтвержденными.

• Разнообразные виртуальные модели (геохимические, сейсмические, математические и др.) не могут достоверно отражать динамику жизни месторождения. Известный специалист по математической статистике и моделированию, профессор Джордж И.П. Бокс писал: «В сущности, все модели неправильны, но некоторые из них бывают полезными» («*All models are wrong but some are useful*») [25].

Это же четко показал Сяо-Хуи Ву (старший консультант по вопросам моделирования и применения компьютерных технологий в науках о Земле Научно-исследовательской компании в области разведки и добычи *ExxonMobil*) в своей работе «Как прогнозировать производительность пласта в условиях геологической неопределенности в нескольких масштабах?» Он утверждает: «Снизить источник неопределенности можно, сократив числовые ошибки и ошибки моделирования на основе выборочных данных» [26].

• Геофлюидодинамический мониторинг земных глубин резко отстает от космического мониторинга. Это отставание может оказаться фатальным для цивилизации!

• Нефтяная судьба России может иметь многообещающее продолжение, которое зависит от многих факторов, включая степень вовлеченности фундаментальной науки.

Заключение и рекомендации для практической реализации в ближайшей перспективе XXI в.

В настоящее время следует сосредоточиться на рациональной разработке действующих месторождений с целью щадящей выработки остаточной (трудноизвлекаемой) нефти (*Improved Oil Recovery*), а также на обнаружении новых, в том числе вторичных, углеводородных скоплений по всему стратиграфиче-

скому разрезу (включая глубинные горизонты и различные породно-флюидные ассоциации) в районах с развитой многоплановой инфраструктурой.

Если этого не сделать, то огромные массы утвержденных остаточных запасов нефти останутся в недрах Западной Сибири до следующих «новых» открытий уже ранее открытой нефти.

Для решения всех этих и многих других проблем нужен весь могущественный потенциал российской науки. Недропользование должно быть научным.

Литература

1. Hubbert K.M. Nuclear energy and the fossil fuels. Drilling and Production Practice: Proc. of American Petroleum Institute Spring Meeting. Houston, Texas, 1956, pp. 7–25.
2. Klare M. Peak oil is dead. Oil and Maritime. 2014. June, pp. 36–38.
3. Yergin D. There will be oil. The Wall Street Journal. 2011. September 17. Avialable at: http://www.wsj.com/articles/SB10001424053111904060604576572552998674340 (accessed 10 October 2017).
4. Молчанов В.И., Гонцов А.А. Моделирование нефтегазообразования. Новосибирск: ОИ ГГМ. 1992. 246 с.
5. Баренбаум А.А. Научная революция в проблеме происхождения нефти и газа. Новая нефтегазовая парадигма //Георесурсы. 2014. № 4. С. 3–9.
6. Леворсен А. Геология нефти и газа. М.: Мир. 1970. Серия «Науки о земле». Т. 22. 638 с.
7. Еременко Н.А., Чилингар Г.В. Геология нефти и газа на рубеже веков. М.: Наука, 1996. 176 с.
8. Запивалов Н.П., Попов И.П. Флюидодинамические модели залежей нефти и газа. Новосибирск: Гео. 2003. 198 с.
9. Запивалов Н.П. Динамика жизни нефтяного месторождения //Известия Томского политехнического университета. 2012. Т. 321. № 1. С. 206–211.
10. Запивалов Н.П., Смирнов Г.И., Харитонов В.И. Фракталы и наноструктуры в нефтегазовой геологии и геофизике. Новосибирск: Гео. 2009. 131 с.
11. Запивалов Н.П. Новосибирская нефть – 2010 как зеркало российской «нефтянки» //Эко. 2010. № 9. С. 31–49.
12. Айзберг Р.Е., Гарецкий Р.Г., Запивалов Н.П. и др. Проблемы нефтегазоносности верхнепротерозойских и палеозойских комплексов Беларуси и Сибири / Под ред. В.А. Москвича. Минск: БЕЛГЕО. 2003. 360 с.
13. Рихванов Л.П., Усольцев Д.Г., Ильенок С.С., Ежова А.В. Минералого-геохимические особенности баженовской свиты Западной Сибири по данным ядерно-физических и электронно-микроскопических методов исследований //Известия Томского политехнического университета. 2015. Т. 326. № 1. С. 50–63.
14. Хавкин А.Я. Актуальные стратегические задачи нефтедобычи / 25 лет РАЕН: Сборник статей. Секция нефти и газа. М.: РГУНГ им. И.М. Губкина. 2015. С. 11–21.
15. Писецкий В.Б. Прогноз флюидодинамических параметров бассейна по сейсмическим данным. Екатеринбург: УГГГА. 2011. 10 с.
16. Ведерников Г.В. Прогноз залежей углеводородов по характеристикам микросейсм: избр. статьи. Новосибирск: «Свиньин и сыновья». 2012. 202 с.
17. Иктисанов В.А. Основные загадки нефти / 25 лет РАЕН: Сборник статей. Секция нефти и газа. М.: РГУНГ им. И.М. Губкина. 2015. С. 186–191.
18. Муслимов Р.Х. Новый взгляд на перспективы развития супергигантского Ромашкинского месторождения //Геология нефти и газа. 2007. № 1. С. 3–12.
19. Запивалов Н.П. Пять неотложных мер нефтедобычи Западной Сибири //Эко. 2015. № 5. С. 111–117.
20. Беднаржевский С.С., Запивалов Н.П., Смирнов Г.И. Реабилитационные циклы нелинейной динамики нефтегазовых месторождений как основа повышения их продуктивности //Наука и бизнес: пути развития. 2015. № 4. С. 27–31.
21. Дьячук И.А. К вопросу переформирования нефтяных месторождений и пластов //Георесурсы. 2015. № 1. С. 39–45.
22. Запивалов Н.П. Инновационные технологии в разведке и разработке нефтегазовых месторождений на основе новой геологической парадигмы //Георесурсы. 2014. № 1. С. 23–28.
23. Запивалов Н.П. Метасоматическая доломитизация и нефтегазоносность карбонатных пород (наноэффекты образования вторичных высокопродуктивных коллекторов) //Наука и технологии в России. 2009. № 2. Т. 88. С. 31–39.
24. Поспелов Г.Л. Парадоксы, геолого-физическая сущность и механизмы метасоматоза. Новосибирск: Наука СО. 1973. 356 с.
25. Box G.E.P., Draper N.R. Empirical model building and response surfaces. New York: John Wiley & Sons, 1987. 424 p.
26. Xiao-Hui Wu. How to Predict Reservoir Performance with Subsurface Uncertainty at Multiple Scales? Society of Petroleum Engineers: Distinguished Lecturer Program, 2015. Lecture.

UDC 553.982.2 + 504.062.2

N. P. Zapivalov, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Honored Geologist of Russia, Chief Researcher of the Institute of Petroleum Geology and Geophysics of the SB RAS[1], Professor of Novosibirsk State University[2], ZapivalovNP@ipgg.sbras.ru

[1]3 Koptyug av., Novosibirsk, 630090, Russia. Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS.
[2]2 Pirogova str., Novosibirsk, 630090, Russia. Novosibirsk State University.

Petroleum Science and Practice: Challenges of the 21th Century

Abstract. Oil–and–gas–saturated stratum is an integral system of interrelated elements: rocks (minerals) and fluids (oil, gas, and water). Being a «living» fluid–rock system, it is subject to the laws of autoregulation. The author's opinion is that at present theoretical and practical efforts should be focused on studying and controlling the oilfield «life» and on the efficient well–targeted development of the active oilfields in order to provide for the production of the residual (hard–to–extract) oil in a soft, sparing and non–damaging way, as well as on discovering new hydrocarbon accumulations, including secondary

ones, throughout the whole stratigraphic section, with all depth horizons and various rock–fluid associations, in regions where a well–developed diversified infrastructure is already available. In the process of oilfields' development, and especially during the period of their active (forced) exploitation, rehabilitation cycles must be necessarily used. The use of rehabilitation cycles will make it possible to restore the energy potential of the stratum and filtration properties of the rock. In the long run, it will provide for an increased longevity of the object and higher final oil recovery.

Keywords: origin of petroleum; «life» of an oilfield; rehabilitation cycles; residual oil; metasomatism

References

1. Hubbert K.M. Nuclear energy and the fossil fuels. Drilling and Production Practice: Proc. of American Petroleum Institute Spring Meeting. Houston, Texas, 1956, pp. 7–25.
2. Klare M. Peak oil is dead. Oil and Maritime. 2014. June, pp. 36–38.
3. Yergin D. There will be oil. The Wall Street Journal. 2011. September 17. Avialable at: http://www.wsj.com/articles/SB10001424053111904060604576572552998674340 (accessed 10 October 2017).
4. Molchanov V.I., Gontsov A.A. ***Modelirovanie neftegazoobrazovaniia*** [Modeling of oil and gas formation]. Novosibirsk, OI GGM Publ., 1992, 246 p.
5. Barenbaum A.A. ***Nauchnaia revoliutsiia v probleme proiskhozhdeniia nefti i gaza. Novaia neftegazovaia paradigm*** [The scientific revolution in the problem of the origin of oil and gas. New oil and gas paradigm]. ***Georesursy*** [Georesources], 2014, no. 4, pp. 3–9.
6. Levorsen A. ***Geologiia nefti i gaza*** [Geology of oil and gas]. Moscow, Mir Publ., 1970. Series of "Earth Sciences", vol. 22, 638 p.
7. Eremenko N.A., Chilingar G.V. ***Geologiia nefti i gaza na rubezhe vekov*** [The geology of oil and gas at the turn of the century]. Moscow, Nauka Publ., 1996, 176 p.
8. Zapivalov N.P., Popov I.P. ***Fliuidodinamicheskie modeli zalezhei nefti i gaza*** [Fluid dynamic models of oil and gas deposits]. Novosibirsk, Geo Publ., 2003, 198 p.
9. Zapivalov N.P. ***Dinamika zhizni neftianogo mestorozhdeniia*** [The dynamics of the life of the oil field]. ***Izvestiia Tomskogo politekhnicheskogo universiteta*** [Proceedings of Tomsk Polytechnic University], 2012, vol. 321, no. 1, pp. 206–211.
10. Zapivalov N.P., Smirnov G.I., Kharitonov V.I. ***Fraktaly i nanostruktury v neftegazovoi geologii i geofizike*** [Fractals and nanostructures in oil and gas geology and geophysics]. Novosibirsk, Geo Publ., 2009, 131 p.
11. Zapivalov N.P. ***Novosibirskaia neft' – 2010 kak zerkalo rossiiskoi «neftianki»*** [Novosibirsk Oil- 2010 as a mirror of the Russian "oil industry"]. Eko [Eco], 2010, no. 9, pp. 31–49.
12. Aizberg R.E., Garetskii R.G., Zapivalov N.P. i dr. ***Problemy neftegazonosnosti verkhneproterozoiskikh i paleozoiskikh kompleksov Belarusi i Sibiri*** [Problems of oil and gas content of Upper Proterozoic and Paleozoic complexes of Belarus and Siberia]. Edited by V.A. Moskvich. Minsk, BELGEO Publ., 2003, 360 p.
13. Rikhvanov L.P., Usol'tsev D.G., Il'enok S.S., Ezhova A.V. ***Mineralogo-geokhimicheskie osobennosti bazhenovskoi svity Zapadnoi Sibiri po dannym iaderno-fizicheskikh i elektronno-mikroskopicheskikh metodov issledovanii*** [Mineralogical-geochemical features of the Bazhenov suite of Western Siberia according to nuclear-physical and electron-microscopic methods of research]. ***Izvestiia Tomskogo politekhnicheskogo universiteta*** [Proceedings of Tomsk Polytechnic University], 2015, vol. 326, no. 1, pp. 50–63.
14. Khavkin A.Ia. ***Aktual'nye strategicheskie zadachi neftedobychi*** [Current strategic tasks of oil production]. ***25 let RAEN: Sbornik statei. Sektsiia nefti i gaza*** [25 years of the RANS: Collection of articles. Oil and Gas Section]. Moscow, RGUNG Publ., 2015, pp. 11–21.
15. Pisetskii V.B. ***Prognoz fliuidodinamicheskikh parametrov basseina po seismicheskim dannym*** [Forecast of fluid dynamic parameters of the basin according to seismic data]. Ekaterinburg, UGGGA Publ., 2011, 10 p.
16. Vedernikov G.V. ***Prognoz zalezhei uglevodorodov po kharakteristikam mikroseism: izbr. stat'i*** [Forecast of hydrocarbon deposits by microseismic characteristics: fav. articles]. Novosibirsk, «Svin'in i synov'ia» Publ., 2012, 202 p.
17. Iktisanov V.A. ***Osnovnye zagadki nefti*** [The main riddles of oil]. ***25 let RAEN: Sbornik statei. Sektsiia nefti i gaza*** [25 years of the RANS: Collection of articles. Oil and Gas Section]. Moscow, RGUNG Publ., 2015, pp. 186–191.
18. Muslimov R.Kh. ***Novyi vzgliad na perspektivy razvitiia supergigantskogo Romashkinskogo mestorozhdeniia*** [A new look at the prospects for the development of the supergiant Romashkinsky deposit]. ***Geologiia nefti i gaza*** [Geology of oil and gas], 2007, no. 1, pp. 3–12.
19. Zapivalov N.P. ***Piat' neotlozhnykh mer neftedobychi Zapadnoi Sibiri*** [Five urgent oil production measures in Western Siberia]. ***Eko*** [Eco], 2015, no. 5, pp. 111–117.
20. Bednarzhevskii S.S., Zapivalov N.P., Smirnov G.I. ***Reabilitatsionnye tsikly nelineinoi dinamiki neftegazovykh mestorozhdenii kak osnova povysheniia ikh produktivnosti*** [Rehabilitation cycles of nonlinear dynamics of oil and gas fields as a basis for increasing their productivity]. ***Nauka i biznes: puti razvitiia*** [Science and business: ways of development], 2015, no. 4, pp. 27–31.
21. D'iachuk I.A. ***K voprosu pereformirovaniia neftianykh mestorozhdenii i plastov*** [To the question of the reformation of oil fields and reservoirs]. ***Georesursy*** [Georesources], 2015, no. 1, pp. 39–45.
22. Zapivalov N.P. ***Innovatsionnye tekhnologii v razvedke i razrabotke neftegazovykh mestorozhdenii na osnove novoi geologicheskoi paradigm*** [Innovative technologies in the exploration and development of oil and gas fields based on a new geological paradigm]. ***Georesursy*** [Georesources], 2014, no. 1, pp. 23–28.
23. Zapivalov N.P. ***Metasomaticheskaia dolomitizatsiia i neftegazonosnost' karbonatnykh porod (nanoeffekty obrazovaniia vtorichnykh vysokoproduktivnykh kollektorov)*** [Metasomatic dolomitization and oil and gas potential of carbonate rocks (nanoeffects of the formation of secondary highly productive reservoirs)]. ***Nauka i tekhnologii v Rossii*** [Science and technology in Russia], 2009, no. 2, vol. 88, pp. 31–39.
24. Pospelov G.L. ***Paradoksy, geologo-fizicheskaia sushchnost' i mekhanizmy metasomatoza*** [Paradoxes, the geological and physical essence and mechanisms of metasomatism]. Novosibirsk, Nauka SO Publ., 1973, 356 p.
25. Box G.E.P., Draper N.R. Empirical model building and response surfaces. New York: John Wiley & Sons, 1987. 424 p.
26. Xiao-Hui Wu. How to Predict Reservoir Performance with Subsurface Uncertainty at Multiple Scales? Society of Petroleum Engineers: Distinguished Lecturer Program, 2015. Lecture.

Сахалин Энерджи

«Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.» – оператор проекта «Сахалин-2», одного из крупнейших в мире комплексных нефтегазовых проектов. Компания образована в 1994 г. с целью освоения Пильтун-Астохского и Лунского месторождений на северо-восточном шельфе острова Сахалин. В задачи компании входят добыча, транспортировка, переработка и маркетинг нефти и природного газа.

Компания осуществляет свою деятельность на основе первого в России Соглашения о разделе продукции (СРП), подписанного между «Сахалин Энерджи» и Российской Федерацией (в лице Правительства РФ и администрации Сахалинской области, в настоящее время – Правительство Сахалинской области) в июне 1994 г.

С 2007 г. акционерами компании являются ПАО «Газпром» (50% плюс одна акция), англо-голландский концерн *Shell* (27,5% минус одна акция), японские группы *Mitsui* (12,5% акций) и *Mitsubishi* (10% акций).

В рамках освоения месторождений компания построила масштабную инфраструктуру:

• три стационарные морские платформы:

– «Пильтун-Астохская-А» (ПА-А, «Моликпак»)

– «Пильтун-Астохская-Б» (ПА-Б)

– «Лунская-А» (ЛУН-А)

• морскую и наземную трубопроводные системы (общей протяженностью 1900 км)

• объединенный береговой технологический комплекс (ОБТК)

• две насосно-компрессорные станции

• терминал отгрузки нефти (ТОН) с выносным причальным устройством (ВПУ)

• завод по производству сжиженного природного газа (СПГ)

• два узла отбора и учета газа (УОУГ), в том числе для целей газификации Сахалинской области.

Это – один из самых технически сложных проектов, осуществленных за последние десятилетия в мировой нефтегазовой индустрии. Это – первый и пока единственный в России производитель сжиженного природного газа. Доля сахалинского СПГ на мировом рынке составляет около 4,5%.

Основные покупатели углеводородов, произведенных «Сахалин Энерджи» – Япония, Южная Корея, Китай, Тайвань, Филиппины и Малайзия.

Благодаря «Сахалин Энерджи» Россия стала одним из ключевых игроков на перспективном рынке Азиатско-Тихоокеанского региона.

www.sakhalinenergy.ru

РЕКЛАМА