

УДК 55:622

Основопологающие законы, закономерности и правила нефтегазовой геологии России и мира (в порядке полемического обсуждения)

В.А. Скоробогатов

ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Российская Федерация, 142717, Московская обл., Ленинский р-н, с.п. Развилковское, пос. Развилка, Проектируемый пр-д № 5537, вл. 15, стр. 1
E-mail: V_Skorobogatov@vniigaz.gazprom.ru

Ключевые слова:

газ,
нефть,
месторождение,
залежь,
углеводороды,
ресурсы,
бассейны,
провинции,
области,
комплексы пород.

Тезисы. Российская нефтегазовая геология (НГГ) находится на передовых рубежах мирового горного дела более 60 лет. Решением всего спектра проблем в рамках развития НГГ в России занимались и занимаются научные коллективы ВНИГРИ, ВНИГНИ, ВНИИГАЗа, ГЕОХИ РАН, ЗапСибНИГНИ, ИГиРГИ, МГУ, РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, СНИИГГиМСа. Многие идеи, концепции, учения о формировании, эволюции и размещении углеводородных скоплений (УВС) в недрах, потенциальных ресурсах нефти и газа и направлениях эффективных поисков месторождений и залежей газа и нефти впервые сформулированы и получили развитие в трудах российских исследователей. Лучшими теоретиками НГГ всегда были российские геологи и геохимики, тогда как в области соответствующих экспериментальных и прикладных исследований лидировали американские, французские, немецкие ученые.

Главным и одновременно универсальным законом НГГ был и остается закон повсеместного распространения газа и дискретного распространения нефти в недрах осадочных бассейнов. Исторически первой стала «антиклинальная» теория формирования, прогнозирования и поисков УВС, тогда как доминирующая и «вечная» парадигма НГГ основана на естественном, гравитационном, разделении фазообособленных геофлюидов – газа, нефти и воды, генерированных в глинах и углях и оказавшихся после эмиграции в природных резервуарах. Другие важнейшие теории НГГ:

- очаговой газо- и нефтегенерации;
- осадочно-миграционного происхождения нефти (Н.Б. Вассоевич) [... и большей части газа, кроме гелия и части кислых газов, которые полигенетичны. – Авт.];
- дифференциального улавливания углеводородов при их перемещении в проницаемых толщах (В.П. Савченко, С.П. Максимов, У.К. Гассоу и др., конец 1960-х – начало 1970-х гг.);
- струйной миграции газа и нефти по природным резервуарам (В.П. Савченко).

К концу XX в. многие теоретические положения НГГ устарели и почти не применяются в настоящее время. В порядке обсуждения в статье сформулированы некоторые законы НГГ, справедливые в любых геологических условиях осадочных бассейнов, сложенных серо-, пестро- и красноцветными терригенными и карбонатными породами, а именно: 1) непрерывности и повсеместности газообразования в земных недрах; 2) «онтогенетической необходимости» газо- и нефтенакпления; 3) дискретности и неравномерности нефте- и особенно газонакпления; 4) «сегрегации» нефти и газа. Кроме законов НГГ (в авторской интерпретации) предложены и сформулированы закономерности и правила формирования, размещения и прогнозирования поисков УВС.

Геологи, живя прошлым в настоящем, предсказывают Будущее! И эти предсказания тем точнее, чем лучше они понимают Прошлое...

В рамках эволюции человеческой цивилизации все науки – математика, физика, химия, биология, геология и др. – существуют по своим, только им присущим (специфическим) законам формирования, изменения, развития и совершенствования. Конечной точки развития нет ни у одной из наук. То же относится и к нефтегазовой геологии (НГГ) – части общей геологии как науки о Земле.

Само возникновение НГГ произошло на рубеже XIX и XX вв., когда настала необходимость объяснять условия формирования и закономерности размещения в осадочных бассейнах (ОБ) первых открываемых месторождений углеводородов (МУВ) и пытаться прогнозировать новые открытия. Автор придерживается мнения,

что наиболее логичной единицей периодизации НГГ как мировой науки является 30-летие, «привязанное» к соответствующему этапу развития нефтяной, а потом и газовой отраслей промышленности (членение на 10-летние отрезки времени не вполне корректно, а точнее, бессмысленно):

I. 1871–1900 гг. – ранний (начальный) период. Первые труды по отдельным проблемам поисков и разведки углеводородных скоплений (УВС);

II. 1901–1930 гг. – научное становление;

III. 1931–1960 гг. – появление первых обобщающих трудов;

IV. 1961–1990 гг. – «золотой», наиболее плодотворный, период развития теории и практики прогнозирования, поисков и разведки УВС, нефте- и газодобычи;

V. 1991–2020 гг. – переосмысление многих понятий и закономерностей (в России в конце XX в. кризисные явления наблюдаются во всем, в том числе и в области НГГ);

VI. 2021–2050 гг. – завершающий (?) период развития НГГ¹.

Главным и одновременно универсальным законом НГГ был и остается закон распространения в недрах ОБ газа и нефти, а именно повсеместности газа, дискретности нефти, и конечности (в результате онтогенеза) их фазообособленных скоплений в ловушках; но в масштабах пространства-времени все же промежуточные состояния углеводородной материи – это островки на фоне подземного «океана воды» [1–5].

Исторически первой появилась «антиклинальная» теория формирования, прогнозирования и поисков УВС. Главная и «вечная» парадигма НГГ, обусловившая основополагающий поисковый признак, заключается в признании естественного – гравитационного – разделения генерированных в глинах и углях и оказавшихся после эмиграции в природных резервуарах фазообособленных геофлюидов (газа, нефти и воды) в земных недрах. Таким образом, рационально прогнозировать и искать УВС в приподнятых частях природных резервуаров в тупиковых зонах – ловушках, которые органические подвижные соединения (ОПС), т.е. нефть и газ, не могут покинуть, попав

туда, без дополнительных условий (наличия разломов, изменения угла наклона пласта-коллектора и др.). По сути, это и есть главный закон разделения и распределения ОПС и воды в недрах [6–8].

В науке разумно и логично истолковать накопленные факты – значит понять то или иное явление или процесс, объяснить его происхождение и получить возможность прогнозировать (в частности, новые открытия) правильно с точки зрения результата и корректно по сути. Принципиальное предназначение НГГ как науки – прогноз-предсказание существования в недрах тех или иных ОБ УВС, научное обеспечение и сопровождение поисков и открытия, разведки и освоения месторождений и залежей газа и нефти различной величины и разных фазовых состояний (чем крупнее, тем лучше: для газодобывающих компаний – преимущественно газосодержащих МУВ, для нефтедобывающих – нефтесодержащих МУВ), в дальнейшем мониторинг состояния и обеспечение оптимального развития (в рамках жизненного цикла) как отдельных месторождений, нефтегазодобывающих областей (НГО) и провинций (НГП), так и их минерально-сырьевой базы (МСБ) в целом.

За более чем столетнюю историю развития НГГ и геохимии в их рамках во всем мире проводили исследования десятки тысяч ученых-геологов и геохимиков, в том числе многие тысячи в России. Но, как и в спорте, в любой науке есть рекордсмены-чемпионы, самые-самые. По мнению автора, к настоящим звездам первой величины на небосклоне российской и мировой НГГ, внесшим огромный вклад в развитие ее теории и практики, следует в первую очередь отнести Михайло Ломоносова (XVIII в.), а также²:

- в России: И.И. Аммосова, А.Д. Архангельского, И.О. Брода, Н.Б. Вассоевича, Т.А. Ботневу, В.Г. Васильева, В.И. Высоцкого, В.И. Вернадского, В.С. Вышемирского, И.М. Губкина, Ф.Г. Гурари, А.Ф. Добрянского, Н.А. Еременко, В.И. Ермакова, М.К. Калинин, А.А. Карцева, А.Л. Козлова, Е.С. Ларскую, Н.В. Лопатина, С.П. Максимова, В.Д. Наливкина, И.И. Нестерова, С.Г. Неручева, Е.А. Рогозину, К.Ф. Родионову, Н.Н. Ростовцева, В.П. Савченко, В.А. Соколова, В.С. Суркова, В.А. Успенского, А.А. Ханина;

¹ К началу 2-й половины XXI в. общее число МУВ в мире превысит 100 тыс. (против 77 тыс. в 2019 г.). Большинство проблем ресурсно-поискового направления НГГ будет решено.

² Далее фамилии перечислены в алфавитном порядке.

- за рубежом: Ф. Бертрана, М.А. Бестужева, Д. Вельте, У. Гассоу, Х. Грюнау, Г. Деру, П.А. Дикки, Б. Дюрана, Р. Кинга, Ж.Е. Клейпула, Х.Д. Клемме, Дж. Коннана, А.И. Леворсена, М. Луи, К. Лэндса, Дж. Мастерса, Ф. Норта, П. Пеле, Г. Потонье, Д.Д. Райса, Дж. Смита, Л.Р. Сноудона, Д. Сэксби, М. Тайхмюллер, Б. Тиссо, Д. Уайта, М. Шоэлла.

Лучшими теоретиками НГГ всегда считались российские геологи и геохимики (впрочем, это справедливо и в отношении большинства других направлений науки и техники) [1, 9–12], в области экспериментальных и прикладных исследований лидировали американские, французские, немецкие ученые.

В НГГ все сложно. Это действительно сложнейшая комплексная наука, изучающая длившиеся в течение десятков и сотен миллионов лет в прошлом и происходящие в земных недрах в настоящее время процессы и явления, приводящие к формированию фазообособленных скоплений – залежей газа и нефти в ловушках, которые и становятся объектами поиска. Однако гносеология учит: чем проще, тем лучше, в том числе и для понимания, восприятия, освоения и использования.

Выше отмечалось, что самый плодотворный период развития НГГ как науки пришелся в мире на последние десятилетия XX в., в России – на тридцатилетие 1963–1992 гг., далее – кризис. В это время были опубликованы основополагающие работы в области геологии и геохимии нефти и газа как мирового, так и общероссийского уровня [1, 7, 8, 11, 13–16 и др.], а также сформулированы и обоснованы на природных примерах базовые теоретические положения:

- о главной фазе нефте(газо)образования (ГФН) (Н.Б. Вассоевич, Н.В. Лопатин и др., 1967–1969 гг.), «окно в нефть» (Б.П. Тиссо, Д.Х. Вельте, Дж.М. Хант, 1981–1982 гг.) [1, 4, 5, 17];

- очаговая теория газо- и нефтегенерации;
- теория осадочно-миграционного происхождения нефти Н.Б. Вассоевича [1] (добавим: ...и большей части газа, кроме гелия и части кислых газов, которые полигенетичны);

- теория (= принцип) дифференциального улавливания углеводородов (ТДУ) при их перемещении в проницаемых толщах (В.П. Савченко, С.П. Максимов, У.К. Гассоу и др., работы конца 1960-х – начала 1970-х гг.) [7, 8, 17];

- теория струйной миграции (ТСМ) газа и нефти по природным резервуарам (В.П. Савченко) [8];

- супертеория онтогенеза углеводородов и важнейшая ее часть – теория эволюции УВС в залежах [9, 18–21];

- частная теория первичных нефтей и их биодеградации (Ал.А. Петров и др.).

Многие понятия к концу XX в. устарели и почти не применяются в настоящее время. В частности, ГФН как таковой в природе нет. Во-первых, образуются не нефть, а битумоиды в тонкозернистых породах, а собственно нефть появляется на границе глины и песчаника и только тогда начинает мигрировать к ловушкам [21, 22]. Во-вторых, какая же она «главная» фаза, когда, по сути, является единственной (в диапазоне позднего протокатагенеза – мезокатагенеза $PK_3 \dots MK_3$ при отражательной способности витринита $R^\circ = 0,45 \dots 1,35 \%$). Действительно, тогда катагенетическое «окно в нефть» [4, 5] реальнее: термин образный, красивый и правильный! Кстати, к газу это не имеет никакого отношения, и «главная фаза газообразования (= газогенерации)» – понятие неверное по сути.

ТДУ после активной поддержки со стороны многих геологов в 1970–1980-х гг. в настоящее время рассматривается как частный и не очень распространенный пример региональной миграции под протяженными, чаще всего региональными, покрывками и расположения УВС по следующей схеме: в более глубоких зонах одной и той же толщи – газ, выше – газ с нефтью, еще выше – нефть, сначала нормальная, а потом и «ранняя» = незрелая (тяжелая, на глубинах 1,5...0,5 км), и снова газ (сухой, бесконденсатный, «ранний»). Но точно к таким же результатам приводит и эволюционное развитие УВС (табл. 1) с погружением вмещающих их ловушек при различных типах материнского органического вещества (ОВ) [18–20].

По сути неверно представление и об «очагах генерации». Процессы газо- и битумообразования происходят повсеместно и непрерывно во всем объеме погружающейся продуцирующей толщи, правда, с разной интенсивностью в зависимости от уровня интегрального прогресса (стадий катагенеза) материнского ОВ. Справедливо подчеркнуть, что от многих идей в области НГГ, высказанных в 1950–1980-е гг., пришлось по факту

Таблица 1

Эволюция УВС

Этап	ОВ	
	гумусовое рассеянное и концентрированное (угли)	сапропелевое рассеянное и полуконцентрированное (в том числе горючие сланцы)
1	Газ (сухой, ранний)	Нефть (ранняя, «незрелая»)
2	Газоконденсатная смесь (конденсатсодержащий газ)	Нефть (все более легкая, «благородная» по составу)
3	Газоконденсатонефтяная (нефтегазоконденсатная) залежь (с оторочками высокопарафиновой бессернистой нефти)	Нефтегазоконденсатная залежь (появление газоконденсатных «шапок»)
4	Газовый конденсат (его содержание снижается с глубиной)	Газоконденсатонефтяная залежь (все больше свободного газа, все меньше нефти)
5	Газ (сухой)	Газоконденсатная залежь (снижение содержания конденсата со 100 до 10 и менее г/м ³)
6	–	Газ (сухой, позднекатагенетический)

отказаться. «Уцелела» только ТСМ как действительно универсальная теория, описывающая процессы, наблюдаемые повсеместно в природных резервуарах.

Неоднократно отмечалось, что не существует универсальных «первичных» нефтей: в зависимости от генерационных условий они существенно отличаются друг от друга («континентальные», в том числе «озерные», «дельтовые» и «морские»), и их эволюционное развитие «движется» от битумоподобных, «не взрывших», нефтей (тяжелых, с большим содержанием смол и асфальтенов) на малых глубинах к утяжеленным, средним по плотности, легким и конденсатоподобным. В жестких термокатагенетических условиях нефти в залежах и остаточные битумоиды в материнских породах становятся источником вторичных углеводородных газов (УВГ), а их остатки вновь переходят в твердое состояние [19, 20].

В области НГГ материковых бассейнов Северной Евразии (СЕА) – России – очень многое изучено, многое продумано, хотя не все и не до конца понято, но пространства для нового фундаментального творчества остается все меньше, а все без исключения научные журналы буквально осаждают мелкотемные статьи по второстепенным, частным проблемам и геологии, и геохимии нефти и газа, особенно достается такой суперсложной проблеме, как нефть баженовской свиты Западной Сибири [21, 22].

К настоящему времени и в мире все меньше остается исследователей-теоретиков в области НГГ. Во многом это объясняется исчерпанием

возможностей открытия месторождений-гигантов на суше и в части шельфовых областей (Северное море, Мексиканский залив и др., мезозой и кайнозой Арабо-Персидского мегабассейна). Настало время задуматься о том, какие действительно универсальные законы и правила управляют развитием современной НГГ и ее главной составляющей – минерально-сырьевой базы газонефтедобычи в виде запасов и ресурсов УВ в земных недрах. Безусловно, совершенствование теории НГГ как таковой – это не самоцель. Главное: предсказать и открыть новые месторождения и залежи свободного газа (СГ) и нефти для их дальнейшего промышленного освоения и коммерческой добычи углеводородов.

Всем в материальном мире управляют «основополагающие необходимости», а именно наличие и взаимодействие вещества, энергии, пространства, времени. Их взаимопроникающее влияние и определяет все физико-химические процессы на Земле и во Вселенной. То же относится к формированию МУВ.

Для образования скоплений нефти/газа ОПС должны успешно пройти, или преодолеть, все звенья (этапы) онтогенетической цепи процессов и явлений: генерация → первичная и вторичная миграция (в рассеянном, микро- и макроконцентрированном состояниях) → аккумуляция и консервация → эволюция → ремиграция и разрушение (частичное, полное). Величайшее «таинство» НГГ – трансформация нефтебитумоидов и газа из микрорассеянного состояния в материнских породах-генераторах в макроконцентрированное в залежах

углеводородов, являющихся фазообособленными скоплениями внутри ловушек в объеме природных резервуаров [23]. Она и происходит в результате реализации всех звеньев в цепи онтогенеза, кроме разрушения полного, хотя в результате ремиграции углеводородов из нижних – «донорских» – залежей образуются вторичные скопления выше нарушенной разломами покрывки, но большая часть углеводородов при этом рассеивается.

Чем древнее породы, вмещающие УВС, тем больше «эволюционно-революционные» потери массы и объема нефти и газа и их остаточные запасы (и ресурсы) в современных залежах. С другой стороны, в молодых осадках (неоген) не все процессы онтогенеза могут быстро и масштабно развиваться («не успевают») за первые миллионы и десятки миллионов лет, т.е. остаются нереализованными. Всегда и во всем крайности малоблагоприятны, недаром богатейшими в мире являются ОБ с мощными толщами юры и мела, но не палеозоя и кайнозоя. Первые «перезрели» в плане онтогенеза углеводородов и находятся на стадии разрушения нефтегазоносности (Восточно-Сибирская, Волго-Уральская и многие другие провинции), вторые «недозрели, едва родившись» [19, 22].

Решением всего спектра проблем в рамках развития НГГ России занимались в советское время и занимаются сейчас научные коллективы ВНИГРИ, ВНИГНИ, ВНИИГАЗа,

ГЕОХИ РАН, ЗапСибНИГНИ, ИГиРГИ, МГУ (геологический факультет), РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, СНИИГГиМСа. Результаты их исследований опубликованы [1, 3, 9, 10, 13, 17, 19, 20, 24, 25 и мн. др.]. Применительно ко всему миру по проблемам развития НГГ опубликованы десятки тысяч научных статей, многие тысячи монографий и обзоров, но справедливым будет заметить, что обобщающих работ глобального уровня немного – менее ста [3, 6, 8, 9, 11, 26–30 и др.].

Интересно разделение научного труда между коллективами исследователей в области НГГ России (1961–1990 гг.) (табл. 2).

Применительно к НГГ фундаментальные законы должны иметь общезначимый, универсальный характер и выполняться во всех нефтегазоносных ОБ и автономных генерационно-аккумуляционных комплексах (АГАК) пород, разделенных покрывками. Однако на то они и законы, чтобы иметь исключения. Природа процессов и явлений, происходящих в недрах ОБ, намного сложнее наших представлений о них, и не все еще окончательно познано и осознано, особенно по части первичной миграции, эволюции и разрушения УВС (генерационные и миграционные проблемы изучены намного лучше и детальнее).

Автор позволил себе в порядке обсуждения сформулировать некоторые законы, закономерности и правила развития НГГ, применимые

Таблица 2

Специализация научно-исследовательских институтов в советский период на изучении проблем онтогенеза углеводородов

Тематика	Разработчики
Генерация ОПС	МГУ (кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых), ВНИГРИ, ВНИИГАЗ
Эмиграция газа, битумоидов	ИГиРГИ, ВНИИГАЗ
Вторичная миграция углеводородов	ВНИИГАЗ, МГУ, ВНИГНИ
Аккумуляция / консервация	ВНИГНИ, ИГиРГИ
Эволюция	ВНИИГАЗ
Разрушение / ремиграция	ВНИГНИ, МГУ
Общая схема формирования УВС	ВНИГРИ, ВНИГНИ, ВНИИГАЗ
Общие и практические проблемы НГГ: генезис нефти и газа	МГУ, ВНИГРИ, ВНИИГАЗ
Геохимия нефти	ВНИГНИ, СНИИГГиМС
Нефтегазгеологическое районирование	МГУ, РГУ нефти и газа
Теория формирования гигантских месторождений углеводородов	ВНИИГАЗ, ИГиРГИ, РГУ нефти и газа
Качественный и количественный раздельный прогноз газо- и нефтеносности, в том числе оценка традиционных ресурсов углеводородов	ВНИГРИ, ВНИГНИ, ВНИИГАЗ, ЗапСибНИГНИ
Нетрадиционные ресурсы газа и нефти	ВНИИГАЗ, ВНИГРИ, МГУ

в любых геологических условиях ОБ, сложенных серо-, пестро- и красноцветными терригенными и карбонатными породами, а также вулканогенно-осадочными толщами (в отдельных нефтегазоносных ОБ).

Законы

I. *Закон непрерывности и повсеместности газообразования в земных недрах*: во всех горных породах – осадочных (серо- и красноцветных), магматических и метаморфических – непрерывно с той или иной интенсивностью образуются газы – углеводородные (метан + тяжелые), кислые и инертные – за счет различных физико-химических процессов и трансформаций твердого вещества пород (и ОБ) в рассеянном и концентрированном (угли) состояниях и геофлюидов и при различных геотемпературах (от 0 до +200...250 °С в осадочных породах и до 300...1000 °С в метаморфических и магматических).

Однако только процессы газогенерации в осадочных *сероцветных толщах* приводят к газонакоплению в чувствительных объемах (масштабах), т.е. к формированию газосодержащих скоплений. При этом КПД аккумуляционных процессов оказывается, как правило, невысоким (первые проценты, редко до 15...25 % от объемов первичной генерации) [5, 7, 9, 14, 31]. Попадание углеводородных газов в красноцветные толщи приводит к их медленному, но неуклонному уничтожению, т.е. окислению, и вторичному накоплению азота в газовых смесях [11]. То же относится и к магматогенным (мантийным) газам – гелию и аргону (месторождения в перми Североморского бассейна, в венде Восточно-Сибирского мегабассейна и др.). В природных резервуарах осадочных толщ обычно кайнозойского возраста накапливается диоксид углерода за счет новейшей магматической деятельности (гигантское месторождение Натуна в Южно-Китайском море и др.).

II. *Закон «онтогенетической необходимости» газо- и нефтенакопления* как результатов реализации всех звеньев цепи «генерация → миграция → аккумуляция → консервация → эволюция → ремиграция → разрушение³ залежей» [18, 20, 32].

³ Разрушение частичное, иначе УВС не «добрались» бы до наших дней..., хотя, впрочем, возможно и пополнение скоплений мигрирующими углеводородами.

III. *Закон дискретности и неравномерности нефте- и особенно газонакопления*: суммарная площадь всех УВС по площади осадочно-породного бассейна и в объеме осадочного чехла мала (стандартно от 10...15 до 20...25 %, редко более применительно к «среднестатистическим» геологическим объектам и до 40...50 % в отношении уникальных бассейнов и АГАК пород).

IV. *Закон «сегрегации» нефти и газа*. В большинстве НГБ четко прослеживается природная – генетическая – сегрегация СГ и нефти, скопления которых приурочены к преимущественно, а нередко и исключительно, газоносным и, наоборот, нефтеносным областям, районам и комплексам пород [17, 32, 33]. Отступления от этого правила (смешанное развитие-сосуществование фаз в соотношении 1:1) редки и нехарактерны. Особенно рельефно этот закон (закономерность = правило) выполняется для таких мегабассейнов, как Арабо-Персидский, Западно-Сибирский, Баренцево-море, Амударьинский и др. Объясняется это весьма просто: часто в земных недрах выполняется правило – «что хорошо для газа, то плохо для нефти, и наоборот» [30]. Для СГ важное значение имеют условия вторичной миграции, аккумуляции, консервации и эволюционно-динамической сохранности в залежах, для нефти – генерации, эмиграции и катагенетической сохранности. С другой стороны, для нефти важнее коллектор, для СГ – покрывка.

V. *Закон дискретности залежей и повсеместности рассеянных форм углеводородов*. Если УВС (залежи) обычных нефти и газа расположены в пространстве дискретно (по определению), то сланцевые нефть и газ распространены повсюду в объеме генерационного комплекса материнских пород вне зависимости от тектонического положения того или иного участка (зоны), и их массы (объемы) зависят только от условий генерации и эмиграции. Это то, что было генерировано и сохранилось от эмиграции в материнском пласте или горизонте (генерирующей малопроницаемой толще пород). То же относится и к угольному газу.

VI. *Закон исчерпания прогнозных ресурсов*. Если завершаются открытия в НГО, НПП, в комплексе пород даже мелких МУВ и залежей (на ранее открытых месторождениях с запасами 1...3 млн т условного топлива (у.т.) и менее), значит, начальные потенциальные

ресурсы (НПР) исчерпаны (переведены в запасы) на 90...95 и даже 98 % при достижении объемно-площадной структурно-буровой изученности поисковым бурением > 80 %. Остатки образуют поисково нерентабельную часть ресурсов (а поисково-разведочные работы могут длиться почти до бесконечности, правда, затраты на них будут совершенно неадекватны приросту промышленных запасов).

Закономерности

1. *Чем проще, тем лучше во всем для крупного газонакопления*, т.е. чем проще геологическое строение осадочных продуктивных комплексов и тектоно-динамическое развитие осадочно-породных бассейнов, тем выше КПД онтогенеза углеводородов. Для нефти все намного сложнее.

2. *Чем больше доля континентальных сероцветных толщ* в объеме осадочного чехла и выше их песчаность, тем, как правило, выше НПР газа и больше доля СГ в начальных ресурсах углеводородов (СГ + нефть + нефтяной попутный газ + газовый конденсат). Чем выше угленасыщенность разреза неморских сероцветных толщ, тем количественно меньше их нефтеносность (величина и запасов, и ресурсов нефти).

3. *Чем сложнее, тем хуже для нефти и особенно газа*. Чем длительнее, сложнее и прерывистей тектонодинамическое развитие, а также современное структурно-литологическое строение любого геологического объекта, тем больше число приуроченных к нему месторождений и залежей углеводородов, как правило, средних и малых по запасам, тем меньше число уникальных месторождений и ниже доля суммарных запасов и ресурсов, локализованных в крупнейших и гигантских

скоплениях (100...1000 млн т у.т., геол., и более). Примеры приведены в табл. 3.

4. *Чем больше по величине реальные ресурсы УВ и проще структурно-литологическое строение провинции (области, комплекса), тем больше число месторождений-гигантов*, тем выше степень концентрации ресурсов в немногих уникальных, гигантских и крупнейших месторождениях и залежах, тем выше результативность поисков и эффективность разведки, и наоборот. Примеры: альб-сеноманский нефтегазоносный комплекс, с одной стороны, и юрский нефтегазоносный комплекс, с другой, в Западной Сибири. В то же время суммарные объемы газа, генерированного в толще тюменской свиты (нижняя-средняя юра), по расчетам автора, не менее чем в четыре-пять раз превышают объемы газогенерации в альбе-сеномане всех преимущественно северных областей мегапровинции, а начальные запасы СГ в верхнем комплексе на порядок больше: существенно разные условия аккумуляции углеводородов и сохранности УВС.

5. *Чем крупнее, тем многозалежнее*. Чем больше по запасам и размерам месторождения углеводородов, тем, как правило, они многозалежнее (от 5...10 до 35...40 единичных залежей в разрезе), однако это наблюдается только в песчано-глинистых толщах (чередование пар пластов-коллекторов и пластов-покрышек). В карбонатах, особенно в рифах, другие соотношения: малая площадь и огромная высота – однозалежные массивные по типу месторождения. Вместе с тем в сложных геолого-эволюционных условиях даже в терригенных толщах и даже гиганты бывают одно-двухзалежными (Ковыктинское газоконденсатное месторождение и др.). Средние и малые по запасам месторождения также обычно бывают малозалежными (одна-три,

Таблица 3

Число нефтегазоносных бассейнов (НГБ) и месторождений углеводородов в пределах ОБ Северной Америки (США, Канада) и СЕА (суша и шельф)

Северная Америка, всего, в том числе месторождения:	30 НГБ, 30...35* тыс. месторождений
• Панхендл-Хьюгтон (газовый конденсат + нефть)	2,2 трлн м ³
• Ист-Тексас (нефть)	0,8 млрд т
СЕА, всего, в том числе:	12 НГБ, 3,7 тыс. месторождений
• Западно-Сибирская мегапровинция, в том числе месторождения:	916 месторождений
– Уренгой (газовый конденсат + нефть);	12,5 трлн м ³ , газ
– Самотлор (нефть + газ);	3,2 млрд т (извлеч.), нефть
• Волго-Уральская НГП (преимущественно нефть, преобладают мелкие и мельчайшие)	1200 месторождений

* Точное число установить затруднительно.

редко более, но уже мельчайших залежей углеводородов).

6. *Центральное расположение месторождений-лидеров.* В относительно простых ОБ платформенного типа уникальные и гигантские по запасам МУВ обычно располагаются в центральной части бассейна вблизи его осевой линии. Эта закономерность более характерна для газовых гигантов и менее свойственна нефтяным (нефтегазовым).

7. *Закономерность первых открытий:* в большинстве НГБ первыми открывались самые нехарактерные для данного геологического объекта месторождения и залежи.

Примеры по *Западной Сибири:*

а) впервые приток нефти – высокопарафиновой, бессернистой, весьма не свойственной в целом Западно-Сибирской мегапровинции – получен из низов юры в Колпашевской опорной скважине в прогибе (Томская область), что не характерно с точки зрения тектонической приуроченности большинства МУВ;

б) первое промышленное месторождение, кстати, чисто газовое, было открыто в Березовском районе Приуральской НГО (скопления газа в зоне контакта юры и доюрских пород). Подобных скоплений даже к настоящему времени по всей мегапровинции обнаружено крайне мало (менее 50 из более чем 5500 единичных залежей углеводородов);

в) первое МУВ на севере – Тазовское нефтегазовое – оказалось самым нехарактерным для месторождений Надым-Пур-Тазовского региона. То же относится к Новопортовскому нефтегазоконденсатному месторождению Ямальской области (нефти существенно больше, чем газа), Геофизическому газоконденсатнонефтяному месторождению Гыдана (разломы, нефть), Мессояхскому газовому месторождению Енисей-Хатангской области с единственной газовой залежью в кровле сеномана (в нижнем мелу – вода) на фоне 15 МУВ с продуктивностью нижнемеловых и верхнеюрских горизонтов.

В *Восточной Сибири* первым открыто Усть-Вилуйское газовое месторождение в породах нижней юры. Прочие газоконденсатные месторождения Лено-Вилуйской впадины многозалежные с газопродуктивностью триасовых и верхнепермских пород.

Правила

1. *Правило «золотой десятины».* Предложено В.И. Ермаковым, В.П. Ступаковым и развито автором [13, 34]. Заключается в том, что конечные геологические запасы СГ месторождения-лидера (крупнейшего по запасам) в провинции (залежи для АГАК) составляют от $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{12}$, реже до $\frac{1}{14}$ (в среднем 0,1) НПП газа данного геологического объекта. Правило пригодно и для крупных относительно автономных регионов типа Ямало-Карского региона Западно-Сибирской мегапровинции.

Для газовых залежей в автономных комплексах значение указанной величины лежит в диапазоне от $\frac{1}{5} \dots \frac{1}{6}$ до $\frac{1}{9} \dots \frac{1}{10}$ НПП, например, суперуникальная сеноманская залежь Уренгоя с начальными запасами 7,5 трлн м³ составляет примерно $\frac{1}{5}$ от НПП газа комплекса, оцениваемых в диапазоне 36...38 трлн м³ [30, 33]. Для нефтенакопления наблюдаются более сложные количественные зависимости. По правилу «золотой десятины» можно оценивать в первом приближении, а часто и почти точно, геологические НПП газа провинций и областей (в диапазоне 1:9...1:11).

2. *Эмпирическое онтогенетическое правило:* если в разрезе (и объеме) осадочного чехла НПП, НГО и комплекса пород отсутствуют или слабо развиты угленосные и субугленосные формации (толщи), то большого количества газа в природных резервуарах быть не должно, но мелкие скопления СГ возможны (присутствуют). В карбонатно-соленосных толщах на больших глубинах ($R^{\circ} > 1,3\%$) это правило не действует: ОВ (и сапропелевое, и смешанное) само переключается на газообразование, причем в больших масштабах.

Автором в 2015 г. сформулированы дополнительные универсальные правила НГГ (опыт эмпирического анализа, научного изучения и обобщения мировой практики):

1) *чем проще, тем крупнее и выше.* Чем спокойнее тектонодинамическое развитие ОБ – без «тектонотрясений» и размывов – и проще современное геологическое (структурно-литологическое) строение, тем крупнее по запасам формируются и сохраняются месторождения углеводородов (наличествует большое число уникальных, сверхгигантских, гигантских и крупнейших месторождений) и выше концентрация ресурсов в них;

2) *чем больше, тем лучше.* Чем больше площадь ОБ или мегабассейна, значительнее

мощность осадочного чехла и его общий объем, тем больше масса и объем нефти и газа в виде геологических ресурсов углеводородов, выше доля СГ в общих потенциальных ресурсах НГП, отдельной НГО и комплексов пород. Это правило действует только для позднепалеозойских и мезо-кайнозойских бассейнов (карбон-неоген) [33–35].

Чем больше площадь месторождения и выше амплитуда локального поднятия, к которому оно приурочено, тем, как правило, оно многозалежнее и, естественно, выше геологические запасы углеводородов;

3) *чем лучше для СГ, тем хуже для нефти* (условия накопления и сохранности), и наоборот: месторождения с примерно равными начальными запасами СГ и нефти встречаются крайне редко. Как правило, в конкретных месторождениях превалирует какой-либо один из видов углеводородов, в том числе и в составе суммарных запасов;

4) *дальше в море – больше газа*. Это правило выполняется в 90 % случаев для бассейнов типа суша/море, в том числе для дельтовых и островных (Сахалин, Борнео и др.). Даже для уникальных МУВ это правило формально выполняется: в Арабо-Персидском нефтегазоносном мегабассейне самое крупное в мире нефтяное месторождение Гхавар (35 млрд т нефти) находится на суше, газовое сверхуникальное Северный купол + Южный Парс (33 трлн м³, геол.) – в центре Персидского залива;

5) *чем выше доля неморских сероцветных формаций* в объеме осадочного чехла, тем больше доля СГ в суммарных запасах и ресурсах углеводородов при прочих равных условиях [14, 18];

6) *чем больше в каком-либо ОБ стратиграфический и онтогенетический диапазон промышленной нефтегазоносности, тем больше по абсолютной величине потенциальные ресурсы углеводородов*, выше доля в их объеме гигантских и уникальных выявленных и предполагаемых месторождений нефти и особенно газа;

7) *чем больше катагенетический и термомглубинный диапазон залегания осадочных толщ* в том или ином ОБ, *тем больше*

нетрадиционные ресурсы СГ в суммарном газовом потенциале недр [21, 22, 36].

Одно из главных правил (закономерностей) НГГ – дискретное расположение МУВ на площади и залежей в объеме автономных генерационно-аккумуляционных комплексов пород. Даже в хорошо изученных и разбуренных ОБ (НГБ) общая площадь всех проекций залежей на дневную поверхность – «мест...рождения» – всегда много меньше общей перспективной площади, обычно от 10 до 25 %, в межгорных впадинах – до 35...40 %, редко более. Есть один яркий пример-исключение – газоносность НГБ Сан-Хуан, где гигантское газовое месторождение Бланко-Месаверде с начальными запасами около 400 млрд м³ занимает более 50 % площади бассейна и связано с неморскими песчано-глинистыми толщами группы Месаверде (мел).

Перечисленные выше законы, закономерности и правила НГГ выполняются для большинства ОБ мира, их действенность подтверждена теоретическими разработками и практикой поисково-разведочных работ. Исключения имеются, но они нехарактерны (иначе сами превратились бы в правила).

В качестве приложения приведем базовые правила прикладной НГГ:

- бурить первые поисковые скважины необходимо исключительно в присводовых частях валов, куполовидных поднятий и перспективных локальных структур. В 85...90 % случаев последует открытие нового МУВ. С открытием отдельных залежей несколько сложнее;
- не следует бурить во впадинах и прогибах, зонах высокой глинизации разреза, окраинных частях бассейнов;
- необходимо учитывать влияние разломов (установленных и предполагаемых) на формирование, сохранность и размещение УВС.

Автор прекрасно осознает невозможность полноценно раскрыть все, даже важнейшие, проблемы НГГ именно в статейном варианте, однако необходимость сформулировать хотя бы ее основные законы, закономерности и правила вполне очевидна. Полемика открыта!

Список литературы

1. Вассоевич Н.Б. Геохимия органического вещества и происхождение нефти: избранные труды / Н.Б. Вассоевич; сост. И.А. Назаревич, О.М. Вассоевич. – М.: Наука, 1986. – 366 с.
2. Губкин И.М. Учение о нефти / И.М. Губкин. – 3-е изд. – М.: Наука, 1975. – 383 с.
3. Лопатин Н.В. Образование горючих ископаемых / Н.В. Лопатин. – М.: Недра, 1983. – 191 с.
4. Тиссо Б. Образование и распространение нефти = Petroleum formation and occurrence / Б. Тиссо, Д. Вельте; пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 501 с.
5. Хант Дж.М. Геохимия и геология нефти и газа = Petroleum geo chemistry and geology / Дж.М. Хант; пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 704 с.
6. Гедберг Х.Д. Геологические аспекты происхождения нефти = Geologic aspects of origin of petroleum / Х.Д. Гедберг; пер. с англ. проф. М.Ф. Двали. – М.: Недра, 1966. – 250 с.
7. Российская газовая энциклопедия. – М.: Большая российская энциклопедия, 2004. – 527 с.
8. Савченко В.П. Формирование, разведка и разработка месторождений газа и нефти / В.П. Савченко. – М.: Недра, 1977. – 410 с.
9. Высоцкий И.В. Формирование нефтяных, газовых и конденсатно-газовых месторождений / И.В. Высоцкий, В.И. Высоцкий. – М.: Недра, 1986. – 227 с.
10. Карцев А.А. Торжество органической (осадочно-миграционной) теории нефтеобразования к концу XX в. / А.А. Карцев, Н.В. Лопатин, Б.А. Соколов и др. // Геология нефти и газа. – 2001. – № 3. – С. 2–5.
11. Зыкин М.Я. Научные школы ВНИИГАЗа в области нефтегазовой геологии / М.Я. Зыкин, В.А. Истомин, Н.Г. Паршикова и др. // Вести газовой науки. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2018. – № 3 (35): Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих районов России. – С. 4–32.
12. Орлов В.П. О некоторых достижениях и проблемах отечественной геологии за 50 лет / В.П. Орлов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2016. – № 1–2. – С. 11–17.
13. Ермаков В.И. Становление и развитие во ВНИИГАЗе газовой геологии / В.И. Ермаков, М.Я. Зыкин, В.А. Скоробогатов и др. // История ВНИИГАЗа – этапы развития. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 1998. – С. 51–60.
14. Ермаков В.И. Образование углеводородных газов в угленосных и субугленосных отложениях / В.И. Ермаков, В.А. Скоробогатов – М.: Недра, 1984.
15. Жабрев И.П. Генезис газа и прогноз газоносности / И.П. Жабрев, В.И. Ермаков, В.Е. Орел и др. // Геология нефти и газа. – 1974. – № 9. – С. 1–8.
16. Неручев С.Г. Нефтематеринские свиты и миграция нефти / С.Г. Неручев. – Л.: Недра, 1969. – 240 с.
17. Вассоевич Н.Б. Образование газов на разных этапах литогенеза / Н.Б. Вассоевич, А.Л. Козлов, Н.В. Лопатин // Вестник МГУ. Сер. Геология. – 1979. – № 1. – С. 36–43.
18. Панченко А.С. Раздельное прогнозирование залежей нефти и газа / А.С. Панченко. – М.: Недра, 1985. – 199 с.
19. Данилов В.Н. Сравнительный анализ онтогенеза углеводородов в Печорском и других осадочных бассейнах мира / В.Н. Данилов, Н.А. Мальшев, В.А. Скоробогатов и др. – М.: Академия горных наук, 1999. – 400 с.
20. Скоробогатов В.А. Термобарогеохимическая эволюция скоплений углеводородов / В.А. Скоробогатов // Геология нефти и газа. – 1991. – № 8. – С. 23–29.
21. Скоробогатов В.А. Онтогенез газа и нефти в осадочных бассейнах и породах различного типа и возраста / В.А. Скоробогатов, Л.В. Строганов // Газовые ресурсы России в XXI веке: сб. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2003. – С. 43–67.
22. Гулев В.Л. Нетрадиционные ресурсы газа и нефти / В.Л. Гулев, Н.А. Гафаров, В.И. Высоцкий и др. – М.: Недра, 2014. – 284 с.
23. Капченко Л.Н. Некоторые аспекты первичной аккумуляции нефти и газа / Л.Н. Капченко, Н.М. Кругликов // Первичная и вторичная миграция нефти и газа. – М.: ВНИГРИ, 1975. – С. 135–148.
24. Мухин Ю.В. Гидрогеологические условия первичной миграции газа и нефти / Ю.В. Мухин // Бюллетень МОИП. Отделение геологическое. – 1974. – Т. 49. – Вып. 2. – С. 107–124.
25. Строганов Л.В. Газы и нефти ранней генерации Западной Сибири / Л.В. Строганов, В.А. Скоробогатов. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2004. – 414 с.

26. Скоробогатов В.А. Роль ВНИИГАЗа в становлении и развитии отечественной нефтегазовой геологии / В.А. Скоробогатов, Н.Н. Соловьёв, В.С. Якушев и др. // Перспективы развития минерально-сырьевой базы газовой промышленности России: сб. науч. трудов. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2008. – С. 3–16.
27. Леворсен А.И. Геология нефти и газа = *Geology of petroleum*: пер. с англ. / А.И. Леворсен. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Мир, 1970. – 639 с. – (Науки о Земле. Фундаментальные труды зарубежных ученых по геологии, геофизике и геохимии; Т. 22).
28. Проблемы нефтяной геологии в освещении зарубежных ученых. – Л.: Гостоптехиздат, 1961. – 232 с.
29. Нестеров И.И. Теория нефтегазонакопления / И.И. Нестеров, В.И. Шпильман. – М.: Недра, 1987. – 232 с.
30. Скоробогатов В.А. Общее и особенное в формировании газовых и нефтяных месторождений-гигантов / В.А. Скоробогатов // Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих районов России до 2030 г.: сб. науч. статей. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2012. – С. 5–16. – (Вести газовой науки).
31. Скоробогатов В.А. Гигантские газосодержащие месторождения мира: закономерности размещения, условия формирования, запасы, перспективы новых открытий / В.А. Скоробогатов, Ю.Б. Силантьев. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2013. – 240 с.
32. Скоробогатов, В.А. Изучение и освоение углеводородного потенциала недр Западно-Сибирского осадочного мегабассейна: итоги и перспективы / В.А. Скоробогатов // Вести газовой науки. – 2014. – № 3 (19): Проблемы ресурсного обеспечения газодобывающих регионов России. – С. 8–26.
33. Наливкин В.Д. Процессы разрушения залежей нефти и газа и оценка потерь углеводородов / В.Д. Наливкин, И.С. Гольдберг, Н.М. Кругликов и др. // Советская геология. – 1984. – № 7. – С. 60–70.
34. Скоробогатов В.А. Генетические причины уникальной газо- и нефтеносности меловых и юрских отложений Западно-Сибирской провинции / В.А. Скоробогатов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – М.: ВНИИОЭНГ, 2003. – № 8. – С. 8–14.
35. Ермаков В.И. Газовый потенциал Евразийского мегаконтинента / В.И. Ермаков, В.А. Скоробогатов // Газовая промышленность. – 1998. – С. 15–18.
36. Скоробогатов В.А. Мировые газовые ресурсы в осадочных бассейнах: ресурсы XXI века / В.А. Скоробогатов, В.А. Пономарёв // Наука и технология в газовой промышленности. – 2003. – № 4. – С. 9–13.

Principal laws, patterns and rules of World and Russian petroleum geology (in a polemical manner)

V.A. Skorobogatov

Gazprom VNIIGAZ LLC, Bld. 1, Estate 15, Proyecktiruemyy proezd no. 5537, Razvilka village, Leninskiy district, Moscow Region, 142717, Russian Federation
E-mail: V_Skorobogatov@vniigaz.gazprom.ru

Abstract. Russian petroleum geology (PG) has stayed at a cutting edge of the world mining art for more than 60 years. In Russia, since the USSR and nowadays the whole scope of GP issues is within cognizance of the several scientific bodies, namely All-Russia Petroleum Research Exploration Institute (VNIGRI), All-Russian Research Geological Oil Institute (VNIGNI), Gazprom VNIIGAZ LLC, Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of Russian Academy of Sciences (GEOKhI RAN), West Siberian Scientific Research Institute of Geology And Geophysics (ZapSibNIGNI), Institute for Geology and Development of Fossil Fuels (IGiRGI), Lomonosow Moscow State University, National University of Oil and Gas «Gubkin University», Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS). Many ideas, concepts, doctrines concerned with origination, evolution and subsoil location of hydrocarbon agglomerations (HCA), potential oil and gas resources, and effective trends of field and deposit searching and prospecting have Russian authorship. Russian geologists and geochemists were always the best PG theorists, and American, French and German scientists on the contrary led in applied PG research.

A principal and simultaneously a universal PG law is the law of ubiquitous spread of gas and discrete expansion of oil in sedimentary basins. An “anticlinal” theory of HCA generation, prediction and search became historically the first. Nevertheless, a dominant and “evergreen” PG paradigm bases on natural, i.e. gravitational, separation

of the phase-detached geofluids (oil, gas, and water), which generated in clays and carbons and emigrated into the natural reservoirs. Besides, there are the following capital PG ideas (theories):

- focal generation of gas and oil;
- sedimentary-migratory origin of oil (N.B. Vassoyevich) [...and majority of gas, except helium and some acid gases, which are polygenetic. – *Author*];
- differential capture of hydrocarbons during their transition within the permeable strata (V.P. Savchenko, S.P. Maksimov, et al, 1960s–1970s);
- jet migration of oil and gas over the natural reservoirs (V.P. Savchenko).

In the late 20th century, many PG concepts have become obsolete. So, in this article author suggests to discuss some PG laws (in author's telling), which are true for any geological conditions of sedimentary basins composed of variegated and red terrigenous and calcareous rocks. Among these laws are: 1) a law of continuous and ubiquitous gas generation in subsoil; 2) a law of the "ontogenetic necessity" of gas and oil accumulation; 3) a law of discrete and uneven oil and gas accumulation; 4) a law of oil and gas "segregation". Besides, some patterns of HCA forming, and applied rules for HCA prediction are formulated.

Keywords: gas, oil, field, deposit, hydrocarbons, resources, basin, province, region, complex of rocks.

References

1. VASSOYEVICH, N.B. Geochemistry of organic matter and origin of oil: selecta [Geokhimiya organicheskogo veshchestva i proiskhozhdeniye nefiti: izbrannyye trudy]. Moscow: Nauka, 1986. (Russ.).
2. GUBKIN, I.M. *Doctrine of petroleum* [Ucheniye o nefiti]. 3rd ed. Moscow: Nauka, 1975. (Russ.).
3. LOPATIN, N.V. *Generation of fossil fuels* [Obrazovaniye goryuchikh iskopyayemykh]. Moscow: Nedra, 1983. (Russ.).
4. TISSOT, B.P., D.H. WELTE. *Petroleum formation and occurrence*. Translated from Engl. Moscow: Mir, 1981. (Russ.).
5. HUNT, J.M. *Petroleum geo chemistry and geology*. Translated from Engl. Moscow: Mir, 1982. (Russ.).
6. HEDBERG, H.D. *Geologic aspects of origin of petroleum*. Translated from Engl. Moscow: Nedra, 1966. (Russ.).
7. *Russian gas encyclopaedia* [Rossiyskaya gazovaya entsiklopediya]. Moscow: Bolshaya Rossiyskaya Entsiklopediya, 2004. (Russ.).
8. SAVCHENKO, V.P. *Genesis, prospecting and development of gas and oil fields* [Formirovanie, razvedka i razrabotka mestorozhdeniy gaza i nefiti]. Moscow: Nedra, 1977. (Russ.).
9. VYSOTSKIY, I.V., V.I. VYSOTSKIY. *Forming of oil, gas, and condensate-and-gas fields* [Formirovaniye neftyanykh, gazovykh i kondensatno-gazovykh mestorozhdeniy]. Moscow: Nedra, 1986. (Russ.).
10. KARTSEV, A.A., N.V. LOPATIN, B.A. SOKOLOV, et al. Triumph of an organic (sedimentary and migratory) theory of oil origin in the late 20th century [Torzhestvo organicheskoy (osadochno-migratsionnoy) teorii nefteobrazovaniya k kontsu XX v.]. *Geologiya Nefiti i Gaza*. 2001, no. 3, pp. 2–5. ISSN 0016-7894. (Russ.).
11. ZYKIN, M.Ya., V.A. ISTOMIN, N.G. PARSHIKOVA, et al. VNIIGAZ's science schools for petroleum geology [Nauchnyye shkoly VNIIGAZa v oblasti neftegazovoy geologii]. *Vesti Gazovoy Nauki*: collected scientific technical papers. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2018, no. 3(35): Issues for resource provision of gas-extractive regions of Russia, pp. 4–32. ISSN 2306-9849. (Russ.).
12. ORLOV, V.P. On some achievements and issues of domestic geology during 50 years [O nekotorykh dostizheniyakh i problemakh otechestvennoy geologii za 50 let]. *Mineralnyye Resursy Rossii. Ekonomika i Upravleniye*. 2016, no. 1–2, pp. 11–17. ISSN 0869-3188. (Russ.).
13. YERMAKOV, V.I., M.Ya. ZYKIN, V.A. SKOROBOGATOV et al. Establishing and development of gas geology in the VNIIGAZ [Stanovleniye i razvitiye vo VNIIGAZe gazovoy geologii]. In: *History of the VNIIGAZ: stages of development* [Istoriya VNIIGAZa – etapy razvitiya]. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 1998, pp. 51–60. (Russ.).
14. YERMAKOV, V.I., V.A. SKOROBOGATOV. *Generation of hydrocarbon gases in carboniferous and subcarboniferous sediments* [Obrazovaniye uglevodorodnykh gazov v uglensnykh i subuglensnykh otlozheniyakh]. Moscow: Nedra, 1984. (Russ.).
15. ZHABREV, I.P., V.I. YERMAKOV, V.Ye. Orel et al. Genesis of gas and a prospect of gas presence [Genesis gaza i prognoz gazonosnosti]. *Geologiya Nefiti i Gaza*. 1974, no. 9, pp. 1–8. ISSN 0016-7894. (Russ.).
16. NERUCHEV, S.G. *Native oil suits and oil migration* [Neftematerinskiye svity i migratsiya nefiti]. Leningrad: Nedra, 1969. (Russ.).
17. VASSOYEVICH, N.B., A.L. KOZLOV, N.V. LOPATIN. Generation of gases at different stages of lithogenesis [Obrazovaniye gazov na raznykh etapakh litogeneza]. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 4. Geologiya*. 1979, no. 1, pp. 36–43. ISSN 0145-8752. (Russ.).
18. PANCHENKO, A.S. *Separate forecasting of oil and gas deposits* [Razdelnoye prognozirovaniye zalezhey nefiti i gaza]. Moscow: Nedra, 1985. (Russ.).
19. DANILOV, V.N., N.A. MALYSHEV, V.A. SKOROBOGATOV et al. *Comparative analysis of hydrocarbon ontogenesis in Pechora and other sedimentary basins of the World* [Srvnitelnyy analiz ontogeneza uglevodorodov v Pechorskom i drugikh osadochnykh basseynakh mira]. Moscow: Academy of Mining Sciences, 1999. (Russ.).

20. SKOROBOGATOV, V.A. Thermobaric-geochemical evolution of hydrocarbon agglomerations [Termobarogeokhimičeskaya evolutsiya skopleniy uglevodorodov]. *Geologiya Nefti i Gaza*. 1991, no. 8, pp. 23–29. ISSN 0016-7894. (Russ.).
21. SKOROBOGATOV, V.A. and L.V. STROGANOV. Ontogenesis of gas and oil in sedimentary basins and rocks of different types and ages [Ontogenez gaza i nefti v osadochnykh basseynakh i porodakh razlichnogo tipa i vozrasta]. In: *Gas resources of Russia in XXI century* [Gazovyye resursy Rossii v XXI veke]: collected sci. papers. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2003, pp. 43–67. (Russ.).
22. GULEV, V.L., N.A. GAFAROV, V.I. VYSOTSKIY et al. *Alternative gas and oil resources* [Netraditsionnyye resursy gaza i nefti]. Moscow: Nedra, 2014. (Russ.).
23. KAPCHENKO, L.N., N.M. KRUGLIKOV. Some aspects of primary oil and gas accumulation [Nekotoryye aspekty pervichnoy akkumulyatsii nefti i gaza]. In: *Primary and secondary migration of oil and gas* [Pervichnaya i vtorichnaya migratsiya nefti i gaza]: collected book. Moscow: VNIGRI, 1975, pp. 135–148. (Russ.).
24. MUKHIN, Yu.V. Hydrogeological conditions for primary migration of gas and oil [Gidrogeologicheskiye usloviya pervichnoy migratsii gaza i nefti]. *Byulleten MOIP. Otdeleniye geologicheskoye*. 1974, vol. 49, is. 2, pp. 107–124. ISSN 0366-1318. (Russ.).
25. STROGANOV, L.V., V.A. SKOROBOGATOV. *Western-Siberian gases and oils of earlier generation* [Gazy i nefti ranney generatsii Zapadnoy Sibiri]. Moscow: Nedra-Biznestsentr, 2004. (Russ.).
26. SKOROBOGATOV, V.A., N.N. SOLOVYEV, V.S. YAKUSHEV, et al. A role the VNIIGAZ has played in establishment and evolution of the domestic petroleum geology [Rol VNIIGAZa v stanovlenii i razvitiit otechestvennoy neftegazovoy geologii]. In: *Roadmap of a mineral resource base for Russia's gas industry* [Perspektivy razvitiya mineralno-syryevoy bazy gazovoy promyshlennosti Rossii]: collected book. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2008, pp. 3–16. (Russ.).
27. LEVORSEN, A.I. *Geology of petroleum*. Translated from Engl. 2nd ed., revised. Moscow: Mir, 1979. (Russ.).
28. *Issues of petroleum geology according to foreign scientists* [Problemy neftyanoy geologii v osveshchenii zarubezhnykh uchenykh]. Leningrad: Gostoptekhizdat, 1961. (Russ.).
29. NESTEROV, I.I., V.I. SHPILMAN. *Theory of oil and gas accumulation* [Teoriya neftegazonakopleniya]. Moscow: Nedra, 1987. (Russ.).
30. SKOROBOGATOV, V.A. General and particular aspects of oil and gas giant-fields formation [Obshcheye i osobennoye v formirovaniit gazovykh i neftyanikh mestorozhdeniy-gigantov]. In: *Resource support problems of Russian oil-producing regions up to 2030*: collected sc. articles. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2012, pp. 5–16. (Russ.).
31. SKOROBOGATOV, V.A., Yu.B. SILANTYEV. *Gigantic gas-bearing fields of the World: patterns of allocation, conditions for generation, reserves, prospects for new discoveries* [Gigantskiye gazosoderzhashchiye mestorozhdeniya mira: zakonomernosti razmeshchenuya, usloviya formirovaniya, zapasy, perspektivy novykh otkrytiy]. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2013. (Russ.).
32. SKOROBOGATOV, V.A. Research and development of the hydrocarbons potential of the soils of the Western Siberian sedimentary megabasin: results and perspectives [Izucheniye i osvoyeniye uglevodorodnogo potentsiala nedr Zapadno-Sibirskogo osadochnogo megabasseyna: itogi i perspektivy]. *Vesti Gazovoy Nauki*. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2014, no. 3 (19): Resource support problems of Russian oil-producing regions, pp. 8–26. ISSN 2306-8949. (Russ.).
33. NALIVKIN, V.D., I.S. GOLDBERG, N.M. KRUGLIKOV, et al. Processes of oil and gas deposits destruction, and assessment of losses of hydrocarbons [Protsessy razrusheniya zalezhey nefti i gaza i otsenka poter uglevodorodov]. *Sovetskaya Geologiya*. 1984, no. 7, pp. 60–70. ISSN 0038-5069. (Russ.).
34. SKOROBOGATOV, V.A. Genetic reasons for unique gas and oil bearing capacity of Cretaceous and Jurassic sediments of Western-Siberian province [Geneticheskiye prichiny unikalnoy gazo- i neftenosnosti melovykh i yurskikh otlozheniy Zapadno-Sibirskoy provintsii]. *Geologiya, Geofizika i Razrabotka Neftyanikh i Gazovykh Mestorozhdeniy*. 2003, no. 8, pp. 8–14. ISSN 2413-5011. (Russ.).
35. YERMAKOV, V.I., V.A. SKOROBOGATOV. Gas potential of Eurasian megacontinent [Gazovy potentsial Evraziyskogo megakontinenta]. *Gazovaya Promyshlennost*. 1998, no. 8, pp. 15–18. ISSN 0016-5581. (Russ.).
36. SKOROBOGATOV, V.A., V.A. PONOMAREV. World gas resources in the sedimentary basins: resources of the 21st century [Mirovyye gazovyye resursy v osadochnykh basseynakh: resursy XXI veka]. *Nauka i Tekhnologiya v Gazovoy Promyshlennosti*. 2003, no. 4, pp. 9–13. (Russ.).