

УДК 553.98

DOI 10.29222/ipng.2078-5712.2018-23.art27

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ
УГЛЕВОДОРОДОВ С ПОЗИЦИИ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ**

Жилина И.В.

Институт проблем нефти и газа РАН

E-mail: 89163573819@mail.ru

Аннотация. В работе проведен анализ перспектив освоения месторождений углеводородов из разных типов источников с точки зрения концепции устойчивого развития. В результате сделан вывод о необходимости сосредоточить поиски нефти и газа в высокочемких коллекторах (риффы, речные бары и дельты) в пределах суши и разрабатывать практически выработанные месторождения с целью извлечения матричной нефти и сопутствующих редкоземельных компонентов.

Ключевые слова: риффы, концепция устойчивого развития, матричная нефть, сланцевый газ, арктический шельф.

**PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF HARD-TO-RECOVER HYDROCARBON
RESERVES FROM THE CONCEPT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE
RESOURCE BASE OF THE OIL AND GAS COMPLEX OF RUSSIA**

Zhilina I.V.

Oil and Gas Research Institute RAS

E-mail: 89163573819@mail.ru

Abstract. The paper analyzes the prospects for the development of hydrocarbon deposits from different types of sources in terms of the concept of sustainable development. As a result, it was concluded that it is necessary to concentrate the search for oil and gas in high-capacity reservoirs (reefs, river bars and deltas) within land and to develop practically developed fields for the extraction of matrix oil and associated rare-earth components.

Keywords: reefs, concept of sustainable development, matrix oil, shale gas, arctic shelf.

Развитие нефтегазового комплекса России напрямую связано с уровнями добычи углеводородов и степенью восполнения ресурсной базы страны. При этом необходимо стабильное, сбалансированное развитие, ориентированное не на сиюминутное извлечение максимальной прибыли, а на планомерное долгосрочное устойчивое развитие.

Сам термин «устойчивое развитие» был введен Всемирной комиссией по окружающей среде и развитию (WCED), созданной ООН в 1983 году, и определен как «удовлетворение потребностей нынешнего поколения, без ущерба для возможности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности» [1, 2]. Что подразумевает под собой концепцию гармоничного взаимодействия и развития экономической и социальной сферы человечества, с учетом состояния окружающей среды при добыче полезных ископаемых. Говоря о гармоничном развитии, имеется в виду удовлетворение потребностей населения, при соблюдении ограничений, направленных на сохранение окружающей среды.

Таким образом, за основу создания концепции устойчивого развития взят подход триединого развития: экономика, социальная сфера и экология (рис. 1) [3].



Рис. 1. Схема триединой концепции устойчивого развития ([3], с изменениями)

Как мы видим, устойчивое развитие происходит только при пересечении всех трех сфер. Это в теории.

Однако реальность зачастую отличается от теории. Например, экономическое развитие, с одной стороны направленное на развитие социальной сферы, с другой создает финансовую пирамиду в социальных слоях, мешая свободному развитию общества, абсолютно не заботясь об общем благосостоянии человечества, о развитии социальной ответственности, толкая людей совершать преступления и закрывать глаза на халатное

отношение к окружающей среде ради экономической выгоды. Как говорится: «Это всего лишь бизнес...».

Целью данной статьи не является создание нового общественно-экономического порядка, поэтому остановимся и рассмотрим отрасль, связанную с концепцией устойчивого развития нефтегазового комплекса России, точнее с той ее частью, которая соответствует вопросам восполнения сырьевой базы страны на долгосрочную перспективу. С этой точки зрения важным вопросом является выбор приоритетных направлений поиска нефти и газа. Понимая и рассматривая стратегию устойчивого развития в целом, можно проанализировать отдельные направления, связанные с восполнением ресурсной базы страны.

В начале становления нефтегазового комплекса (еще в СССР) в жизнь были воплощены многие научные исследования как теории нафтидогенеза, так и технологических решений, обеспечивающих добычу, транспортировку и переработку углеводородного сырья. Благодаря этому были созданы множество рабочих мест; открыты обучающие центры, кафедры и целые институты; государственная казна стала существенно пополняться за счет реализации продукции недропользования; потребности населения стали удовлетворяться в большем объеме, чем раньше. На опыте, путем проб и ошибок, разрабатывались и внедрялись меры по сохранению природной среды и устранению аварий при добыче углеводородов. Были открыты основные нефтегазоносные провинции. То есть, по сути, была создана концепция устойчивого развития восполнения сырьевой базы страны, учитывающая все три области – социальную, экономическую и экологическую.

Постепенно разрабатываемые уникальные месторождения нефти и газа достигли высокой степени выработанности, стали снижаться уровни добычи; накопился фонд открытых месторождений, требующих дополнительных технологических решений для освоения; были открыты новые типы залежей углеводородов. Совокупность этих факторов, опять же при помощи научных теорий и практики, повлекла за собой внедрение новых технологий поисков, разведки и разработки месторождений нефти и газа, использование новых принципов и взглядов на образование углеводородных скоплений и их моделей для более эффективного недропользования. Развитие научных направлений в этой области позволило повысить коэффициент извлечения нефти, как на традиционных, так и на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами; повысило вероятность

открытия новых залежей. Однако в это же время, сложившаяся политическая и, как следствие, экономическая ситуация в стране напрямую повлияла на деятельность нефтегазового комплекса. СССР распался, нарушились системы госуправления, перестали строиться перерабатывающие заводы, резко снизились объемы геологоразведочных работ, практически перестала финансироваться наука, добывающие компании стали стараться «выжать» из недр как можно больше, нарушая технологические схемы и не обращая внимания на экологию. Говорить об устойчивом развитии в этот период времени не приходится.

В последние годы ситуация начинает выравниваться. Несмотря на то, что некоторые компании, в свете активной агитации трудноизвлекаемых ресурсов, а также в погоне за получением максимальных льгот и преференций от государства, выделяют огромные ресурсы на поиски и разведку ТРИЗ (арктический шельф, сланцевый газ, баженины, доманикиты и др.), предпринимаемые государством меры, направленные на сохранение окружающей среды, заставляют по-новому оценить приоритеты.

В крупных добывающих компаниях организованы экологические отделы, которые ведут ежемесячный мониторинг и отчетность о всех нарушениях по рациональному недропользованию. Именно поэтому сейчас необходимо рассматривать приоритетность направлений восполнения ресурсной базы на долгосрочную перспективу с точки зрения концепции устойчивого развития нефтегазового комплекса страны. И только системный научный подход к этой проблематике может дать положительные результаты.

Таким образом, для создания устойчивого развития необходимо сосредоточиться на вопросах необходимости, приоритетности и безопасности поисков и разработки трудноизвлекаемых ресурсов (включая сланцевые углеводороды и месторождения арктического шельфа России), средних и мелких традиционных месторождений; извлечения остаточных ресурсов из выработанных месторождений (матричная нефть и сопутствующие микроэлементы); повышения эффективности поискового этапа на основе теории рисков и использования современных технологий исследования недр уже на первых этапах.

В работе проведен анализ перспектив разработки месторождений углеводородов из разных типов источников с точки зрения концепции устойчивого развития. Кратко результаты представлены в табл. 1. Ниже приведено более подробное описание.

Таблица 1

Перспективы разработки углеводородного сырья с позиции устойчивого развития

	Экономическое развитие	Экология	Социальная сфера
Арктические континентальные акватории	Средняя себестоимость, существующая вблизи инфраструктура	Повышенный риск, эксплуатация, приближенная к традиционной	Развитие социальной инфраструктуры, создание рабочих мест
Удаленный арктический шельф	Высокий риск, высокая себестоимость, отсутствие инфраструктуры	Высокий риск, неотработанное правоприменение, нет эффективных технологий для устранения последствий аварий в условиях льда	Высокие риски для работников, возможность разработки «умных» платформ с дистанционным управлением (в далеком будущем)
Сланцевый газ	Высокий риск, высокая себестоимость, большое количество новых скважин, проблемный рынок сбыта	Высокий риск, загрязнение грунтовых вод, землетрясения	Нарушение безопасности для местного населения, возможна газификация местных поселений (только при значительном снижении себестоимости)
Матричная нефть и сопутствующие компоненты	Быстрая окупаемость, готовая инфраструктура	Соблюдение экологии при эксплуатации, отсутствие новых скважин, низкий риск	Сохранение рабочих мест (продление жизни месторождения), Создание новых рабочих мест (заводы по переработке, новые проекты, связанные с редкими металлами)
Рифы	Малое количество скважин, низкая себестоимость, существующая вблизи инфраструктура, минимизация затрат	Традиционная эксплуатация, отработанная схема правоприменения	Создание новых рабочих мест, развитие социальной инфраструктуры

Арктический шельф. В работе [4] предложено районирование арктического шельфа с точки зрения освоения ресурсов углеводородов. Акватория разделена на две зоны: арктические континентальные акватории и удаленный арктический шельф, где различаются способы добычи, а главное – риски освоения.

Разработка месторождений арктических континентальных акваторий, хоть и сопровождается повышенными рисками (экономический и экологический), тем не менее является целесообразной и экономически эффективной. Месторождения этой группы характеризуются достаточно высокой изученностью и относительно хорошо развитой инфраструктурой. Сюда относятся: разрабатываемые – Юрхаровское, Варандейское, Тобойско-Мядсейское; подготовленные для промышленного освоения – Харасавэйское, Южно-Тамбейское, Крузенштернское, Семаковское, Северо-Каменномысское, Каменномысское-море и др. Процесс добычи углеводородов в этой зоне относительно безопасный и рациональный. Разработка этих месторождений предусматривает развитие социальной инфраструктуры, создание и поддержание рабочих мест.

Освоение же месторождений углеводородов на удаленном арктическом шельфе сопровождается существенными экономическим (высокая стоимость проектов. [5, 6]) и экологическим [7] рисками. Кроме того, в случае возникновения аварийных ситуаций нет отработанного правоприменения, методик для оценки ущерба и эффективных технологий устранения последствий аварий в ледовых условиях. Что касается социальной сферы, то здесь также имеется высокая опасность для работников. К развитию социальной составляющей можно отнести проекты разработки дистанционно управляемых добывающих станций, однако до завершения и эксплуатации они еще очень далеки.

Сланцевый газ. В России месторождения сланцевого газа не разрабатываются из-за экономической нецелесообразности и наличия достаточных объемов природного газа в высокодебитных коллекторах. В работе [8] приведены предпосылки и риски масштабного освоения сланцевого газа в США и Европе. Дальнейшие перспективы разработки этих месторождений в США оказались не такими уж радужными. Масштабному применению гидроразрыва пласта при добыче сланцевого газа сопутствовали участвовавшие землетрясения и загрязнение грунтовых вод химикатами [9–11]. Это послужило причинами для принятия достаточно жестких требований к мерам безопасности при разработке газсланцевых месторождений. Многие лидирующие в этой области компании объявили о существенном сокращении объемов производства и капитальных вложений в бурение [12].

Экономический риск также велик. Как показывает опыт, не весь объем месторождения является перспективным, несмотря на общий контур [13]. На перспективность того или иного участка, в первую очередь, влияют литологический

состав и технические характеристики вмещающих пород, глубина, давление, температура. Кроме того, высока себестоимость добычи сланцевого газа, которая колеблется, по разным данным, от 121 до 167\$ за 1 тыс. м³ [14, 15].

Социальная сфера также страдает – нарушение безопасности для здоровья местного населения. Хотя приверженцы добычи сланцевого газа и говорят, что для гидроразрыва требуется всего лишь 1–2% химикатов, но если обратиться к объемам, то 1–2% – это тонны.

Многие специалисты говорят, что для России добыча сланцевого газа может быть интересна с точки зрения газификации удаленных регионов, которые не подключены к единой системе газоснабжения. С другой стороны, эти регионы имеют низкий экономический статус и обеспеченность. Следовательно, пока себестоимость добычи сланцевого газа в удаленных районах не будет соответствовать условиям, приемлемым для конечного потребителя (жителя глухой деревни) и привлекательным для компаний–производителей при соблюдении всех технологий, контролирующих экологические риски, такой вариант экономически нецелесообразен.

И хотя становится очевидным, что для России масштабное освоение сланцевого газа в этом столетии не актуально, тем не менее, это направление исследуется в рамках научных и экспериментальных проектов.

Сланцевая нефть. По оценке Агенства энергетической безопасности, величина мировых технически извлекаемых ресурсов сланцевой нефти – 345 млрд баррелей, и 10% из них приходится на Россию [16]. В связи с тем, что нет однозначной методики оценки ресурсов углеводородов из этого типа источника сырья, выполненные оценки существенно расходятся и вызывают значительную долю недоверия.

В России с термином «сланцевая нефть» прежде всего связывают нефтяные ресурсы баженовской свиты в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Для того, чтобы понять насколько равнозначно такое сравнение, приведем данные по американскому месторождению Баккен, которое и послужило прообразом этого термина.

Основным коллектором, из которого добывают нефть, являются не высокоуглеродистые сланцы, а очень плотные доломиты и мелкозернистые песчаники, расположенные между глинисто-углеродистыми пластами, генерирующими углеводороды [17]. Причем коллектор имеет региональное непрерывное распространение и мощность от

10 до 40 метров [18]. Поскольку коллектор обладает очень плохими емкостно-фильтрационными свойствами, его разработка возможна только при использовании искусственной стимуляции притоков (в данном случае ГРП). Резервуар Баккена имеет аномально высокое давление, что способствует высоким начальным дебитам нефти, которые очень быстро идут на убыль.

Нефтеносность отложений баженовской свиты была подтверждена еще в 1968 г. на Салымском месторождении (где дебиты нефти достигали 400 тонн/сутки) [19]. Отложения также характеризуется аномально высоким давлением, и среди глинисто-углеродистых разностей, генерирующих углеводороды, встречаются линзы, представленные силицитом и аржиллитом, кроме того встречаются карбонатные прослои. Существенным отличием от месторождения Баккен является то, что в отложениях баженовской свиты резервуар имеет лишь локальные очаги распространения. Именно поэтому для их обнаружения необходимо проводить очень детальное исследование отложений, и результаты не приносят таких же глобальных результатов, как на Баккене. Другие причины неудач разработки баженовской свиты как нефтесланцевой формации приведены в работе [19].

Единственно, что может быть интересно в краткосрочной перспектив, – это исследования и в дальнейшем разработка ложных покрышек на выработанных месторождениях нефти и газа, которые также содержат рассеянные углеводороды, что можно считать аналогией газо- и нефтесланцевых формаций. С одной стороны, это не потребует огромных капитальных вложений, так как достаточный фонд скважин на этих месторождениях уже существует и рядом налажена вся необходимая инфраструктура. С другой стороны, такой подход может продлить срок эксплуатации практически выработанных месторождений. Более подробно ложные покрышки описаны в работах о трехслойном строении резервуара, например, в [20].

Матричная нефть. Матричная нефть – природное высокомолекулярное сырье неуглеводородного (смолы, асфальтены) и углеводородного (твердые парафины, масла и жидкие нефтяные углеводороды) состава, в зависимости от стадий своего преобразования [21]. Помимо запасов жидких углеводородов, высокомолекулярные компоненты матричной нефти при их глубокой переработке являются также сырьем для получения редких и редкоземельных, цветных и благородных металлов [22–24].

С увеличением степени зрелости матричной нефти, то есть с увеличением глубины преобразования ее наиболее незрелых первичных высокомолекулярных битумоидных

компонентов до жидких углеводородов нефтяного ряда, нефть становится жидкой и потенциально подвижной. Процесс преобразования матричной нефти до жидких углеводородов инициирует катагенетические процессы перекристаллизации микритизированной, субкапиллярнопоровой породообразующей карбонатной матрицы до крупнокристаллической крупнопоровой и порово-кавернозной. При этом, сформированные крупные поры и каверны в катагенетически преобразованной матрице становятся заполненными матричной нефтью, уже преобразованной до жидких нефтяных углеводородов. При этом процесс преобразования первичных битуминозных компонентов матричной нефти от асфальтенов и тяжелых смол до легких смол, масел и жидких нефтяных углеводородов, то есть процесс созревания нефти, сопровождается потерей металлов, их выходом в виде самородных металлов и рудных минералов.

Глубокая переработка незрелой битуминозной матричной нефти до светлых фракций с получением чистых металлов и их товарных соединений позволит обеспечить необходимую рентабельность и устойчивость проекта в целом от добычи до переработки, а также существенно повысить ресурсный потенциал РФ по редким и редкоземельным металлам [25].

Освоение матричной нефти и сопутствующих компонентов позволит продлить «жизнь» месторождений, сохранить рабочие места. Кроме того, возможно создание новых рабочих мест, связанных с глубокой переработкой нефти и проектами с использованием редкоземельных металлов.

Процесс добычи этого вида сырья полностью экологичен, основан на использовании органических растворителей по замкнутому циклу.

Тяжелая нефть и битумы. В эту категорию трудноизвлекаемых углеводородов попадает высоковязкая нефть, с плотностью более $0,920 \text{ г/см}^3$, добыча которой затруднена из-за своих физических свойств. В тяжелых нефтях, а особенно в природных битумах, в большом количестве присутствуют смолисто-асфальтеновые вещества, азот-, хлор-, кислород- и серосодержащие соединения, а также металлы. Как следствие, их добыча, транспортировка и переработка существенно затруднены и требуют вложения дополнительных инвестиций, что значительно повышает их себестоимость и снижает рентабельность.

Геологические запасы сверхвязкой нефти и природных битумов в России оцениваются в 55 млрд тонн, причем их разработка ведется уже в Татарстане [16].

Существует несколько способов повышения нефтеотдачи пласта на таких месторождениях: гидроразрыв пласта (ГРП) холодной жидкостью, нагрев пласта перегретым паром, нагрев пласта теплом химических реакций бинарных смесей, а также безреагентные технологии виброакустического и магнитовиброакустического воздействия [26]. В настоящее время процесс добычи запасов тяжелых нефтей является дорогостоящим и находится в процессе апробации.

Добыча этого вида сырья может стать более рентабельной при условии глубокой переработки нефти и попутной добычи редкоземельных и редких металлов, соблюдая технологию их извлечения.

Рифы. В пределах Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, в течение практически всего периода исследования этой территории, одним из перспективных направлений поисков нефти и газа были палеозойские рифовые объекты [27–30].

Несмотря на то, что Верхнепечорская впадина традиционно относится к старому добычному району, анализ ее изученности соответствует региональному, а не поисково-оценочному этапу геологоразведочных работ на нефть и газ [31]. Как известно, рифовые объекты могут обладать довольно большим ресурсным потенциалом, и даже небольшие залежи будут рентабельны в условиях благоприятной инфраструктуры.

В работе [31] показано, что в Верхнепечорской впадине могут быть открыты высокочемкие высокодебитные объекты, содержащих легкую нефть. Авторами выявлена закономерность в строении каменноугольно-пермских отложений, в разрезе которых вырисовывается трапеция, где в основании расположены верхнедевонские рифы, выше каменноугольные, а в верхней ее части – нижнепермские.

Опираясь на эти исследования, можно сказать, что поиски и освоение рифовых объектов в старых добычных районах будут целесообразны с точки зрения концепции устойчивого развития.

Выводы. Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что с точки зрения рационального недропользования, соблюдая концепцию устойчивого развития нефтегазового комплекса, в ближайшей перспективе необходимо сосредоточить поиски нефти и газа в высокочемких коллекторах в пределах суши, разрабатывать месторождения, которые практически выработаны, с целью извлечения матричной нефти и сопутствующих редкоземельных компонентов. Также в ближней и средней перспективе экономически обосновано освоение месторождений арктических континентальных

акваторий. Поиски и разработку же месторождений удаленного арктического шельфа и сланцевых углеводородов следует отложить на дальнюю перспективу, сосредоточившись сейчас на разработке новых технологий добычи, снижающих экологический риск и себестоимость этих проектов.

Статья написана в рамках выполнения государственного задания (тема: «Системный подход к совершенствованию теории и практики нефтегазогеологического районирования, прогнозирования нефтегазоносности и формирования ресурсной базы нефтегазового комплекса России», № АААА-А17-117082360031-8).

ЛИТЕРАТУРА

1. Наше общее будущее: Доклад Международной Комиссии по окружающей среде и развитию / Под ред. С.А. Евтеева, Р.А. Перелета. М.: Прогресс, 1989. 372 с.
2. Кузнецова Ю.А. Этапы формирования и развития концепции устойчивого развития // Молодой ученый. 2013. № 5. С. 337–339.
3. Карпова Н.Н. Некоторые подходы к регулированию в области устойчивого развития: Доклад на VII междунар. науч. -практич. семинаре РАБО «Проблемы устойчивого развития в бизнесе и бизнес-образовании (Sustainable development)», Австрия, 25 февраля–3 марта 2012. Режим доступа: <http://www.docme.ru/doc/448995/prezentaciya> (Дата обращения 10.11.2018).
4. Жилина И.В., Попова М.Н., Ершов А.В. К вопросу о районировании арктического континентального шельфа // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2017. № 6. С. 16–21.
5. Основные риски при разработке российского арктического шельфа. // Сайт ЗАО «Аудиторско-консультационная группа «Развитие бизнес-систем». – Режим доступа: <http://www.rbsys.ru/print.php?page=108&option=public> (Дата обращения 29.02.2016).
6. Добыча на Приразломном будет расти: Интервью генерального директора компании «Газпром нефть шельф» Геннадия Любина. – Режим доступа: <http://shelf-neft.gazprom.ru/press/about-company/2015/11/31/> (Дата обращения 29.11.2016).
7. Жилина И.В., Попова М.Н., Ершов А.В. Сравнительный анализ рисков освоения ресурсной базы углеводородов суши и шельфа Российской Федерации // Актуальные проблемы нефти и газа. 2017. Вып. 2(17). 12 с. – Режим доступа: <http://www.oilgasjournal.ru> (Дата обращения 29.11.2016).

8. *Жилина И.В.* Анализ современного состояния и перспективы освоения ресурсов сланцевого газа в США и Европе // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2013. № 5. С. 50–53.

9. *Finkel M.L, Hays J.* Environmental and health impacts of «fracking»: why epidemiological studies are necessary // Journal of Epidemiology and Community Health. 2016. Vol. 70. P. 221–222.

10. *Vengosh A.* A critical review of the risks to water resources from unconventional shale gas development and hydraulic fracturing in the United States // Environmental Science and Technology. 2015. Vol. 48. P. 8334–8348.

11. *Gagnon G.A. et al.* Impacts of hydraulic fracturing on water quality: a review of literature, regulatory frameworks and an analysis of information gaps // Environmental Reviews. 2016. Vol. 24, No. 2. P. 122–131.

12. Bloomberg press: закат сланцевого газа // Вокруг газа. 29.04.2012. – Режим доступа: <http://www.trubagaz.ru/issue-of-the-day/bloomberg-press-zakat-slantsevogo-gaza/> (Дата обращения 26.10.2017).

13. Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States // U.S. Energy Information Administration. 2013. June 13. 76 p.

14. *Мастепанов А.М., Степанов А.Д., Горевалов С.В., Белогорьев А.М.* Нетрадиционный газ как фактор регионализации газовых рынков. М.: ИЦ «Энергия», 2013. 124 с.

15. Art berman shale gas is not a revolution // The Petroleum Truth Report. 2017. July 5. – Режим доступа: <http://www.artberman.com/shale-gas-not-revolution/> (Дата обращения 26.11.2018).

16. *Имамутдинов И.* Требуется нетрадиционная ориентация // Эксперт online.– Режим доступа: <http://expert.ru/expert/2014/25/trebuetsya-netraditsionnaya-orientatsiya/> (Дата обращения 26.10.2017).

17. *Алексеев А.Д.* Баженовская свита: в поисках большой сланцевой нефти на Верхнем Салыме // Rogtec, Russian Oil and Gas Technologies. 2013. № 34. С. 14–39. – Режим доступа: <https://rogtecsmagazine.com/> (Дата обращения 26.10.2017).

18. *Алексеев А.Д.* Баженовская свита: в поисках большой сланцевой нефти на Верхнем Салыме. Часть 2 // Rogtec, Russian Oil and Gas Technologies. 2013. № 35. С. 14–27.– Режим доступа: <https://rogtecsmagazine.com/> (Дата обращения 26.10.2017).

19. *Медведева А.Э., Сарафанова Д.А.* Разведка, добыча и потребление сланцевого газа в мире // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. 2014. № 11. С. 31–37.

20. *Риле Е.Б., Валиева Д.И.* Заполнение углеводородами ловушек в трехслойных природных резервуарах // Георесурсы, геоэнергетика, геополитика. 2010. № 2(2). 12 с. – Режим доступа: <http://oilgasjournal.ru> (Дата обращения 26.10.2017).

21. *Дмитриевский А.Н.* Инновационное развитие нефтяной и газовой промышленности России // Состояние и дальнейшее развитие основных принципов разработки нефтяных месторождений. Сборник избранных статей, посвященный 50-летию деятельности ЦКР по УВС. М.: НИИЦ «Недра-XXI», 2013. С. 44–61.

22. *Нукенов Д.Н., Пунанова С.А., Агафонова З.Г.* Металлы в нефтях, их концентрация и методы извлечения. М.: ГЕОС, 2001. 77 с.

23. *Скибицкая Н.А., Навроцкий О.К., Бурханова И.О., Зекель Л.А., Большаков М.Н.* Распределение микроэлементов в высокомолекулярных компонентах нефти ранних стадий нефтегенерации в газонасыщенной части продуктивных отложений западной и восточной частей Оренбургского НГКМ // Актуальные проблемы нефти и газа. 2018. Вып. 3(22). 12 с. – Режим доступа: <http://www.oilgasjournal.ru> (Дата обращения 29.11.2016).

24. *Дмитриевский А.Н., Скибицкая Н.А., Зекель Л.А., Прибылов А.А., Навроцкий О.К., Краснобаева Н.В., Доманова Е.Г.* Состав и свойства природных высокомолекулярных компонентов газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений // Химия твердого топлива. 2010, № 3, С. 67–77.

25. *Ананенков А.Г., Резуненко В.И., Дмитриевский А.Н., Скибицкая Н.А., Гафаров Н.А., Гольдфарб Ю.Я., Зекель Л.А., Сливинский Е.В., Шпирт М.Я.* RU 2241020 С1. Способ переработки высокомолекулярного углеводородного сырья. № 2003124144/04; Заявл. 05.08.2003; Опубл. 27.11.2004 // Изобретения. Полезные модели. 2004. Бюл. № 33. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>

26. *Этрекова М.* Добыча тяжелой высоковязкой нефти: Интервью с Е.Н. Александровым и Ю.Н. Тереховым // Точка опоры inform. Июнь 2010. № 117. – Режим доступа: <https://www.to-inform.ru/index.php/arkhiv/item> (Дата обращения 26.10.2017).

27. *Антошкина А.И.* Рифообразование в палеозое (север Урала и сопредельные области). Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 304 с.

28. *Богданов Б.П.* Особенности строения верхнедевонских карбонатных органогенных построек Тимано-Печорской провинции в связи с перспективами нефтегазоносности: Дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Ухта, 1989. 246 с.

29. *Богацкий В.И.* Геологическое строение и нефтегазоносность Верхнепечорской впадины Предуральяского краевого прогиба: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Л.: ВНИГРИ. 1971. 23 с.

30. *Никонов Н.И., Неудачин Д.Ю., Ильин В.В., Николаев М.Н., Утопленников В.К.* Перспективы нефтеносности Цильегорской депрессии и прилегающих территорий // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2015. Т. 10. № 1. 12 с. – Режим доступа: http://www.ngtp.ru/rub/6/5_2015 (Дата обращения 29.11.2016).

31. *Гурова Д.И., Попова М.Н., Хитров А.М.* Органогенные постройки палеозоя Верхнепечорской впадины Тимано-Печорской провинции и их ресурсный потенциал // Актуальные проблемы нефти и газа. 2018. Вып. 3(22). 9 с. – Режим доступа: <http://www.oilgasjournal.ru> (Дата обращения 29.11.2016).