



«Сланцевая» нефть в терминологии, оценках и прогнозах МЭА



А.М. МАСТЕПАНОВ,
д.э.н., академик РАН,
руководитель Аналитического
центра энергетической политики и
безопасности
alexey.mastepanov@mail.ru

ИПНГ РАН
г. Москва, 119333, РФ

член Совета директоров Института
энергетической стратегии, профессор

РГУ нефти и газа (НИУ)
им. И.М. Губкина
г. Москва, 119296, РФ

П.С. БАРИНОВ,
научный сотрудник

ИПНГ РАН
г. Москва, 119333, РФ

Статья подготовлена по результатам работ, выполненных в рамках Программы государственных академий наук на 2019 – 2021 гг. Раздел IX: «Науки о Земле»; направления фундаментальных исследований: ПФНИ № 131. «Геология месторождений углеводородного сырья, фундаментальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа, научные основы формирования сырьевой базы традиционных и нетрадиционных источников углеводородного сырья» и ПФНИ № 132 «Комплексное освоение и сохранение недр Земли, инновационные процессы разработки месторождений полезных ископаемых и глубокой переработки минерального сырья», в рамках государственного задания по теме «Фундаментальный базис инновационных технологий нефтяной и газовой промышленности (фундаментальные, поисковые и прикладные исследования)». Рег. номер учета в РОСРИДе: АААА-А19-119013190038-2.

Понятие «сланцевая нефть» широко применяется как в научной литературе, так и в СМИ, а также в международном законодательстве. Его значение претерпело неоднократные изменения. Обозначаемые им явления, включая «сланцевый бум» и «нетрадиционные ресурсы», относятся к основным факторам развития мировой энергетики. Большим авторитетом среди экспертов пользуются аналитические материалы МЭА, являющегося ориентиром в употреблении новой терминологии. Понимание термина «сланцевая нефть», истории изменений его смыслового содержания являются необходимыми для анализа динамики добычи и ресурсов углеводородов в мире.

Ключевые слова: МЭА, прогнозы и сценарии, ресурсы нефти, запасы нефти, нетрадиционные углеводороды, сланцевая нефть

«SHALE» OIL IN IEA TERMINOLOGY, ESTIMATES AND FORECASTS

The concept of «shale oil» is used in the scientific literature and in the media, as well as in international law. Its definition has undergone repeated changes. The phenomena he describes, including the «shale boom» and «unconventional resources», are among the main factors in the development of global energy. Analytical materials of the IEA, which is a reference point in the use of new terminology, are of great prestige among experts. Understanding of the term «shale oil», the history of changes in its semantic content are necessary to analyze the dynamics of hydrocarbon production and resources in the world.

Keywords: IEA, forecasts and scenarios, crude oil resources, crude oil reserves, unconventional hydrocarbons, shale oil/ oil from shales

MASTEPANOV A.M. ^{1,2} ¹ Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, 119333, Moscow, ² Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Russian Federation, 119296, Moscow

BARINOV P.S. ¹, ¹ Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, 119333, Moscow

Как уже было показано одним из авторов этой статьи ранее [1 – 3], во второй половине XX века по мере развития нефтегазовой отрасли выявлялось все больше случаев нахождения и распространения залежей и месторождений нефти, газа и газового конденсата в сложных, необычных (нетрадиционных) условиях. К концу XX века углеводородные ресурсы целого ряда разновидностей нетрадиционных скоплений (таких, как газогидраты и тяжелые нефти, «сланцевые» газ и нефть, водорастворенные газы, газы плотных резервуаров) намного превысили ресурсы их традиционных аналогов, а начало XXI века ознаменовалось переходом к их широкому использованию¹.

СПОРНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

Методологически четкого разграничения между понятиями «традиционные» (conventional) и «нетрадиционные» (unconventional) источники углеводородов нет. Поэтому, например, часть нефти и газа в плотных формациях и низкопроницаемых коллекторах (tight oil, tight gas) разные специалисты относят то к традиционным, то к нетрадиционным ресурсам. Более того, с 2010 г. Министерство энергетики США использует уже «политкорректное» название для газа из нетрадиционных источников: газ из коллекторов с низкой проницаемостью (lowpermeability reservoirs). Присутствуют неопределенность и расхождения в используемой терминологии и тогда, когда речь заходит о нетрадиционной

¹ Как отмечают специалисты ОАО «НПЦ «Недра», стремительный рост добычи нефти и газа из низкопроницаемых пород в начале XXI века получил специфическое название «сланцевая революция» [4]. Тремя годами раньше один из нас написал: «С легкой руки американцев, «сланцевая революция» (или «сланцевая лихорадка») в считанные годы охватила весь мир» [2].



нефти. Например, часто смешиваются такие понятия, как «тяжелая» (heavy oil) и «сверхтяжелая» (сверхвязкая) нефть (ultra heavy oil); «сланцевая нефть» (shale oil) и «нефть нефтяных сланцев» (oil shale, то есть получаемая при переработке этих сланцев); «природные битумы» и «нефтеносные», или «битумные», песчаники (oil sands, tar sands). Одни авторы их различают, другие – нет, используя собирательное понятие «нетрадиционная нефть» либо «нефть низкопроницаемых пород» (tight oil или light tight oil); третьи вообще считают, что сверхвязкая нефть и природные битумы относятся к традиционным, но малоиспользуемым ресурсам. Более того, даже термин «сланцевая нефть» зачастую используется для обозначения различных видов нефтяного сырья: во-первых, легкой нефти низкопроницаемых пород, добываемой методами мультстадийного гидроразрыва пласта; во-вторых, легких углеводородных фракций, получаемых посредством термического воздействия на твердые сланцевые породы с высоким содержанием керогена. А некоторые специалисты пользуются обобщающим термином «нефть сланцевых плевей²», который включает в себя оба вышеназванных вида сырья и характеризует нефть, получаемую различными методами на сланцевых плевях (бассейнах, месторождениях). Поэтому в специальной литературе только из-за одного этого фактора существует значительный разброс приводимых оценок и по величине тех или иных ресурсов, и по возможности их эффективной разработки. Аналогичная ситуация и с нетрадиционными ресурсами газа.

Методологически четкого разграничения между понятиями «традиционные» (conventional) и «нетрадиционные» (unconventional) источники углеводородов нет. Поэтому, например, часть нефти и газа в плотных формациях и низкопроницаемых коллекторах (tight oil, tight gas) разные специалисты относят то к традиционным, то к нетрадиционным ресурсам.

Таким образом, подобные определения во многом условны, поскольку допускается большое упрощение при характеристике реального природного условия [4]³.

Кроме того, не меньшая путаница существует и с понятием «низкопроницаемые», или «плотные», породы. Среди них, по мнению [4], необходимо четко различать:

- низкопроницаемые породы (терригенные, карбонатные и т.д.), в которых нефть или газ являются аллохтонными, то есть мигрировавшими из других, нефтегазоматеринских, формаций;

- низкопроницаемые породы, являющиеся нефтегазоматеринскими, в которых нефть или газ являются автохтонными, то есть родившимися на месте своего залегания.

Российскими специалистами неоднократно предлагались различные определения традиционных и нетрадиционных углеводородов, учитывающих как горно-геологические, так и технологические и экономические параметры. Так, еще в 2009 г. специалисты ВНИГРИ (В.П. Якуцени, Э.Ю. Петрова и А.А. Суханов) писали, что нетрадиционные ресурсы углеводородов – это та их часть, подготовка и освоение которых нуждается в разработке новых методов и способов выявления, разведки, добычи, переработки и транспорта. В отличие от традиционных они сосредоточены в сложных для освоения скоплениях, либо рассеяны в непродуктивной среде. Они плохо подвижны или неподвижны в пластовых условиях недр, в связи с чем нуждаются в специальных способах извлечения из недр...[6]. Свой вклад в развитие этой терминологии внесли и многие другие известные ученые и специалисты-геологи, в том числе и ИПНГ РАН. Тем не менее с тем, что понятие традиционных и нетрадиционных ресурсов углеводородов не имеет однозначного определения, специалисты вынуждены соглашаться вплоть до последнего времени [7 – 9].

Однако оставим эту проблему геологам. Наша задача гораздо скромнее – показать эволюцию взглядов на «сланцевую» нефть и другие нетрадиционные источники нефти специалистов Международного энергетического агентства (МЭА).

МЭА И ЕГО ДОЛГОСРОЧНЫЕ ПРОГНОЗЫ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ

Долгосрочным прогнозированием мирового энергопотребления МЭА занимается с начала 1990-х гг. Свой первый такой прогноз Агентство опубликовало в 1993 г. (World Energy Outlook-1993 или WEO-1993). В этом прогнозе был лишь один сценарий – сценарий «бизнес как обычно», который являлся простой экстраполяцией сложившихся тенденций развития энергетики. Этот сценарий оставался единственным и в ряде более поздних прогнозов до 1999 г. включительно. WEO-2000 стал первым прогнозом МЭА, где появился так называемый «Справочный», или «Рекомендуемый», а по сути – «Базовый сценарий» («Reference scenario»), который выходит за рамки такого подхода. Он учитывает вероятные результаты энергетической политики, в частности мер по борьбе с климатическими изменениями, которые стали приниматься, начиная с 1997 г. Кроме того, в WEO-2000 впервые был представлен ряд альтернативных вариантов, показывающих, что могло бы произойти, если бы были приняты те или иные дополнительные меры [10]. С 2003 г. Reference Scenario в прогнозах МЭА становится по-настоящему базовым. В WEO-2004 появляется и второй сценарий – сценарий Мировой альтернативной политики (World Alternative Policy Scenario), в котором учтен целый ряд новых стратегий для решения экологических проблем

² Как отмечает В.И. Высоцкий, под термином «плей» в нефтегазовой геологии понимается совокупность однотипно построенных месторождений, разведка которых ведется одинаковыми методами и техническими средствами [5].

³ Однако согласимся со специалистами ОАО «НПЦ «Недра», что не меньшая условность и такие термины, как нефть и газ плотных пород, нетрадиционные ресурсы углеводородов, трудноизвлекаемые ресурсы и т.п. [4]. Подобных условностей в современной энергетике предостаточно (например, отнесение энергии солнца и ветра к *нетрадиционным* возобновляемым источникам энергии).

и повышения энергетической безопасности. В нем дан анализ того, какими могли бы быть тенденции в сфере энергетики, если бы определенные страны реализовали ряд политических стратегий и мер, которые ими изучаются или могут быть приняты в ближайшем будущем.

Правительства многих стран, в том числе и нашей, а также руководство нефтегазовых компаний, инвестиционные аналитики, да и многие ведущие деятели отраслевых центров принятия решений, если и не оглядываются на мнение МЭА, то так или иначе зависят от бизнесменов, чиновников, законодателей, которые основываются на экспертизе МЭА, доверяют ей, считают ее наиболее профессиональной и авторитетной. Это касается как прогнозов развития энергетики и энергопотребления всего человечества, так и отдельных государств, а также горизонтов ценовых уровней для энергоносителей, динамики их предложения и спроса.

Начиная с WEO-2010, центральный (базовый) сценарий стал называться Сценарием Новых политик (New Policies Scenario). Этот сценарий учитывает широкие политические обязательства и планы, которые были объявлены странами всего мира, включая национальные обязательства по сокращению эмиссии парниковых газов и планы по поэтапному отказу от субсидирования использования ископаемого топлива. По мнению авторов прогноза, он позволяет оценить потенциальное воздействие на энергетические рынки реализации принятых политических обязательств, связанных с климатом, которое особенно хорошо видно в сравнении со Сценарием Текущих политик (ранее — Reference Scenario), в котором не предусмотрены изменения в энергетической политике со второй половины 2010 г. [11]. Кроме того, в WEO-2010 представлены результаты расчетов и по Сценарию — 450. Эти три сценария — Новых политик (базовый), Текущих политик (инерционный) и 450 («зеленый») — стали разрабатываться во всех последующих прогнозах МЭА, по WEO-2016 включительно.

В WEO-2017 и WEO-2018 рассмотрено несколько сценариев развития мировой энергетики, в том числе три основных⁴ :

- Сценарий Новых политик (New Policies Scenario), ориентированный на проведение ведущими государствами мира новой государственной энергетической политики и реализацию энергетических реформ, учитывает анонсированные меры по изменению энергетической политики и исполнение заявленных намерений, особенно связанных с изменением климата.

- Сценарий Текущих политик (Current Policies Scenario) исходит из сохранения текущей государственной политики стран мира вплоть до 2040 г. и учитывает последствия точно известных на середину 2017 г. причин (факторов) и отталкивается от их возможных последствий.

- И новый климаториентированный Сценарий Устойчивого развития (Sustainable Development Scenario), пришедший на смену Сценарию-450, который в предыдущих изданиях WEO показывал путь к ограничению долгосрочного глобального потепления до 2 °C выше доиндустриального уровня.

Отметим также, что практически постоянно меняется и структура WEO, что в значительной мере затрудняет проведение их сопоставительного анализа с целью выявления эволюции взглядов специалистов МЭА на ту или иную проблему. В полной мере это относится и к проблематике «сланцевых» углеводородов и нетрадиционных источников нефти и газа в целом.

ЭВОЛЮЦИЯ ВЗГЛЯДОВ МЭА НА ПОНЯТИЯ «СЛАНЦЕВАЯ НЕФТЬ» И «НЕТРАДИЦИОННАЯ НЕФТЬ» В ЦЕЛОМ И ОЦЕНКИ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

В основе неопределенности и проблем, затрудняющих прогнозируемость будущего в части потребления и производства энергоносителей, МЭА выделяет два основных фактора – неравномерное развитие технологического прогресса и неожиданные политические решения руководства отдельных государств [15]. Оба этих фактора едва ли не в наибольшей мере проявляются в последнее десятилетие в производстве «сланцевых» углеводородов. Правительства многих стран, в том числе и нашей, а также руководство нефтегазовых компаний, инвестиционные аналитики, да и многие ведущие деятели отраслевых центров принятия решений, если и не оглядываются на мнение МЭА, то так или иначе зависят от бизнесменов, чиновников, законодателей, которые основываются на экспертизе МЭА, доверяют ей, считают ее наиболее профессиональной и авторитетной. Это касается как прогнозов развития энергетики и энергопотребления всего человечества, так и отдельных государств, а также горизонтов ценовых уровней для энергоносителей, динамики их предложения и спроса⁵ .

В краткосрочной и среднесрочной ретроспективе влияние, в том числе, резких изменений в добыче «сланцевых» углеводородов, оказало настолько сильное давление на энергетические рынки, что в 2017 г. МЭА вынуждено было отметить: «...неопределенная ситуация в перспективах добычи нефти будет развиваться

⁴ Подробнее об этих сценариях см. напр. [12-14].

⁵ Отметим, что само МЭА свои прогнозы оценивает весьма высоко. Как отмечается на сайте МЭА, его ежегодная флагманская публикация – «Прогноз мировой энергетики» (World Energy Outlook – WEO) – в настоящее время является самым авторитетным мировым источником анализа и прогнозирования энергетического рынка. В этой работе представлен глубокий аналитический взгляд на тренды спроса и предложения энергии, а также на их значение для энергетической безопасности, охраны природы и экономического развития. Прогнозы WEO используются в публичном и частном секторе в качестве точки отсчета для обоснования разрабатываемых мер, планирования и инвестиционных решений, а также для определения повестки дня по достижению приемлемого и устойчивого будущего. Эти прогнозы получили многочисленные награды от правительств и энергетического сектора за аналитическое совершенство [16].



... горизонт 2025 г. закрыт облаками» [15]. Однако если проанализировать материалы МЭА, то можно убедиться в том, что под одними и теми же терминами, описывающими «сланцевый» бум в близкие и даже соседние по хронологии годы, зачастую имелись в виду совершенно разные явления, и «облаками» закрыт не только «горизонт» будущего.

Хорошо прижившийся термин «сланцевый газ» широко применяется как в специальной литературе, так и в масс-медиа, и подразумевает, в основном, природный или попутный газ, извлекаемый с помощью горизонтальных скважин многостадийным ГРП из малопроницаемых пород, где его приток к скважине естественным образом затруднен или невозможен. Добыча такого газа зачастую сопряжена с добычей нефти, называемой то «нефтью малопроницаемых пород», то «сланцевой нефтью», а в иностранной литературе и многими другими терминами. Казалось, логично было бы отталкиваться от одного принципа для наименования обеих субстанций, но термин «сланцевая нефть» был «занят» намного раньше проявления сланцевого бума, чей феномен наиболее ярко проявился с начала 2010-х гг.

Хорошо прижившийся термин «сланцевый газ» широко применяется как в специальной литературе, так и в масс-медиа, и подразумевает, в основном, природный или попутный газ, извлекаемый с помощью горизонтальных скважин многостадийным ГРП из малопроницаемых пород, где его приток к скважине естественным образом затруднен или невозможен.

Стремительный прогресс технологий добычи опережал развитие соответствующей терминологии, и за несколько лет название для таких жидких углеводородов поменялось несколько раз, причем в материалах МЭА под термином «сланцевая нефть» зачастую подразумевались различные типы ресурсов.

До сланцевого бума, да и даже в его начале, «сланцевая нефть» и жидкие углеводороды из горючих сланцев в классификации МЭА означали одно и то же. Под ними подразумевался широко распространенный, но малопривлекательный, с экономической точки зрения, вид нетрадиционных жидких углеводородов, представленный керогеном сланцевых пород. Например, в WEO-2004 для его описания приводится термин «сланцевая нефть» («shale oil»), а на поясняющей диаграмме источник такой нефти обозначен как «нефтяные сланцы» («oil shales»). Геологические ресурсы данного типа оценивались в 38 % от 7 трлн барр. всех нетрадиционных залежей нефти

в мире, то есть в 2,66 трлн барр⁶. Однако количество нефти, которое можно было бы извлечь из этих ресурсов, весьма неопределенно [17]. Прогнозирувавшаяся добыча всех видов нетрадиционной нефти в Reference Scenario в 2030 г. составляла 10,1 млн барр/сут, из которых 2,4 приходилось на синтетическую нефть из газа, получаемую по технологии «газ-в-жидкость» (GTL).

В WEO-2010 впервые дается развернутое объяснение, что такое нетрадиционная нефть, дается перечень нефти и жидкостей, отнесенных к этой категории. Это:

- битум и сверхтяжелая нефть из канадских нефтяных песков;
- сверхтяжелая нефть из венесуэльского пояса Ориноко;
- синтетическая нефть, полученная из керогена, содержащегося в сланцах⁷;
- синтетическая нефть, полученная из угля и природного газа по технологиям «уголь-в-жидкость» (CTL) и «газ-в-жидкость» (GTL);
- некоторые добавки, полученные, главным образом, из газа или угля (такие, как метилтретбутиловый эфир – МТБЭ или метанол).

До сланцевого бума, да и даже в его начале, «сланцевая нефть» и жидкие углеводороды из горючих сланцев в классификации МЭА означали одно и то же. Под ними подразумевался широко распространенный, но малопривлекательный с экономической точки зрения вид нетрадиционных жидких углеводородов, представленный керогеном сланцевых пород.

Здесь же подробно (ресурсы, технологии извлечения, влияние на экологию, стоимостные оценки) рассматриваются нефтеносные пески Канады, сверхтяжелая нефть венесуэльского пояса Ориноко и других нефтяных провинций мира, а также нефтеносные сланцы (oil shales). По оценкам WEO-2010, геологические ресурсы нефтеносных сланцев в мире составляют более 3500 млрд барр., однако технически извлекаемые из них подсчитаны только по некоторым странам, в том числе по США (более 1000 млрд барр.), Иордании (30 млрд барр.), Австралии (12 млрд барр.) и некоторым другим с еще меньшими объемами.

Масштаб производства нефти из нетрадиционных ресурсов будет определяться экономическими и экологическими факторами, поскольку производство нетрадиционной нефти сопровождается большим количеством выбросов парниковых газов в пересчете на баррель,

⁶ На долю сверхтяжелой нефти, согласно этим оценкам, приходилось 23 % нефтеносных песков и битумов — 39 %.

⁷ При этом специалисты МЭА отмечают, что сланцы хотя обычно и считаются нетрадиционными ресурсами нефти, но они не вписываются в определения этих ресурсов Американского нефтяного института (API). Но, с другой стороны, они вполне соответствуют подобным определениям Геологической службы США (United States Geological Survey – USGS) [11].



По оценкам WEO-2010, геологические ресурсы нефтеносных сланцев в мире составляют более 3500 млрд барр., однако технически извлекаемые из них подсчитаны только по некоторым странам, в том числе по США (более 1000 млрд барр.), Иордании (30 млрд барр.), Австралии (12 млрд барр.) и некоторым другим с еще меньшими объемами.

чем добыча большинства видов традиционной нефти. Впрочем, подчеркивается в WEO-2010, при анализе выбросов по всей «цепочке от месторождения до автомобиля» разница не такая уж и большая, ибо эмиссия, в основном, происходит в момент сжигания топлива. Тем не менее нетрадиционные источники нефти – одни из наиболее дорогостоящих доступных энергетических ресурсов.

Производство всех видов нетрадиционной нефти в Сценарии Новых политик WEO-2010 в 2035 г. оценивается в 9,5 млн барр/сут, в том числе из нефтеносных песков Канады – 4,2 млн барр/сут, венесуэльской сверхтяжелой нефти – 2,3, CTL – 1,1 и GTL – 0,8 млн барр/сут. Оценок производства синтетической нефти, полученной из керогена, содержащегося в сланцах, в WEO-2010 не дается, но из приведенных выше цифр становится понятно, что оно в лучшем случае не превышает 0,5 млн барр/сут. Тем самым, приводя сведения о сланцевом керогене в oil shale в качестве одного из важнейших нетрадиционных ресурсов нефти, специалисты МЭА понимали, что добыча его (shale oil) в анализируемой перспективе значительного развития не получит.

Довольно долгое время, вплоть до 2012 г., понятие «shale oil» в классификации МЭА остается тождественным не только керогену горючих сланцев, но и произведенной из него нефти. Таким образом, еще до сланцевого бума, применительно лишь к добыче жидких углеводородов из горючих сланцев (синтетической нефти, сланцевого масла), под термином «сланцевая нефть» в классификации МЭА подразумевался и кероген-сырец в пласте, и извлеченные путем его термического преобразования жидкие углеводороды – два разных по составу и свойствам вида продукта.

Сведений о «сланцевой» нефти из непроницаемых или слабопроницаемых пород в обзорах МЭА до 2010 г. не приводится. В отличие от гигантских, но невыгодных или маловыгодных для добычи, нетрадиционных ресурсов «сланцевой нефти» из горючих сланцев, еще в 2010 г. МЭА относит сланцевые формации Баккен к традиционным малопроницаемым залежам [11]. Объясняется это тем, что некоторые нефтяные горючие сланцы («oil shales»), погружившись на достаточную глубину в результате геологических процессов, обеспечили

естественное созревание нефти из керогена, либо тем, что сланец, обычно практически непроницаемый, когда разрушен, сам может служить нефтяным резервуаром. В этом случае из сланцев можно добывать нефть точно также, как и из обычных низкопроницаемых трещиноватых коллекторов. Ресурсы залежи Баккен оценивались в WEO-2010 в 4 млрд технически извлекаемых баррелей нефти.

Довольно долгое время, вплоть до 2012 г., понятие «shale oil» в классификации МЭА остается тождественным не только керогену горючих сланцев, но и произведенной из него нефти. Таким образом, еще до сланцевого бума, применительно лишь к добыче жидких углеводородов из горючих сланцев (синтетической нефти, сланцевого масла), под термином «сланцевая нефть» в классификации МЭА подразумевался и кероген-сырец в пласте, и извлеченные путем его термического преобразования жидкие углеводороды – два разных по составу и свойствам вида продукта.

Для такого типа ресурсов появился новый термин «нефть из сланцев» («oil from shales»), противопоставляемый «shale oil» – сланцевому керогену из «oil shales» – горючих сланцев. Эти очень похожие термины могли внести (и вносили) некоторую путаницу, особенно для людей, далеких от отслеживания новинок в классификации горных пород и ресурсов полезных ископаемых, в геологии или нефтяной промышленности. В качестве примера коллизии и несостыковки в применении рассматриваемых понятий приведем следующий. В 2011 г. Европейский парламент принял закон «О последствиях добычи сланцевого газа и сланцевой нефти на окружающую среду и здоровье людей» («Impacts of Shale Gas and Shale Oil Extraction on the Environment and on Human Health»), где «shale oil» – это не сланцевый кероген, а «сланцевая нефть» – жидкий углеводород, добытый с применением ГРП пласта, а не ретортинга извлеченной породы. И МЭА, и Европейский парламент имеют непосредственное отношение к ОЭСР в части энергетической политики и, следовательно, должны были бы пользоваться единой терминологией, но этого в данном случае не произошло. Управление энергетической информации Минэнерго США⁸ в 2013 г. выпустило обзор «Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States», где «shale oil» – это



также не сланцевый кероген, а «сланцевая нефть» [18]. В своих ежегодных обзорах МЭА ссылается на оба этих документа, продолжая, тем не менее, в своих WEO под термином «shale oil» подразумевать именно горючие сланцы. Исключение составляет WEO-2015, где Аргентинская формация трудноизвлекаемой «сланцевой» нефти Vaca Muerte (Мертвая корова) названа «shale oil play» [19].

Для описания таких видов ресурсов, как нефть сланцевой формации Баккен, МЭА в WEO-2010 вводит термин «light tight oil» – LTO, предполагая, что в США такие сланцы довольно распространены и могут быть экономически эффективно использованы. В частности, подобные формации характерны для плеча Eagle Ford в Техасе, который в то время также уже переживал бум в разведке нефти. Отметим, что «light tight oil» на русский язык можно перевести не столько дословно, как с наибольшей релевантностью – «легкая нефть из малопроницаемых горных пород». Однако настоящий смысл этого понятия шире: нефть в подразумеваемых для этого термина горных породах лишена способности мигрировать без механических нарушений в пласте, необходимых для ее добычи из залежей такого типа.

В WEO-2011 [20] проблематика нетрадиционной нефти получает свое дальнейшее развитие. Здесь дается определение различных видов жидкого топлива, приводится соответствующая оригинальная схема, уточняется состав понятий «традиционная» и «нетрадиционная» нефть. В частности, именно здесь в составе традиционной сырой нефти наряду с конденсатом выделяется LTO как самостоятельная категория такой нефти.

Путаница в понятиях МЭА приобретает новый характер: «сланцевый газ» относят к нетрадиционным ресурсам, а залегающую в аналогичных условиях и порой в тех же самых залежах и добываемую одними и теми же скважинами вместе со сланцевым газом LTO относят к традиционным ресурсам.

Тем самым путаница в понятиях МЭА приобретает новый характер: «сланцевый газ» относят к нетрадиционным ресурсам, а залегающую в аналогичных условиях и порой в тех же самых залежах и добываемую одними и теми же скважинами вместе со сланцевым газом LTO относят к традиционным ресурсам. Правда, как отмечают специалисты ОАО «НПЦ «Недра», эта путаница имеет вполне объективную основу. Как правило, в пределах одного сланцевого плеча нефть и газ добываются не только из самих тонкослоистых нефтематеринских пород – сланцев, но также (и в большом объеме) из соседних пород иного состава (песчаников, известняков и т.п.), залегающих ниже или выше. Это

как раз особенно характерно для плеев Bakken и Barnett. По причине одновременной добычи углеводородов различного происхождения из нескольких пластов с различной глубины точно определить объемы добычи именно сланцевых углеводородов практически невозможно. Тем более, что в коммерческом отношении разницы между ресурсами нефти и газа низкопроницаемых толщ, обозначаемых как tight и shale, нет⁹ [4].

Уточнен в WEO-2011 и перечень углеводородных ресурсов, относимых к нетрадиционной нефти. Это сверхтяжелая (сверхвязкая) нефть (extra-heavy oil); природный битум и нефтеносные (битуминозные) пески (песчаники) (natural bitumen, oil sands); керогеновая нефть (сланцевый кероген, кероген из сланцев) (kerogen oil); синтетическая нефть, получаемая из угля и газа по технологиям CTL и GTL и добавки/присадки. Тем самым понятие «сланцевая нефть» полностью разрывается с нефтеносными (горючими) сланцами.

Уточнен в WEO-2011 и перечень углеводородных ресурсов, относимых к нетрадиционной нефти. Это сверхтяжелая (сверхвязкая) нефть (extra-heavy oil); природный битум и нефтеносные (битуминозные) пески (песчаники) (natural bitumen, oil sands); керогеновая нефть (сланцевый кероген, кероген из сланцев) (kerogen oil); синтетическая нефть, получаемая из угля и газа по технологиям CTL и GTL и добавки/присадки. Тем самым понятие «сланцевая нефть» полностью разрывается с нефтеносными (горючими) сланцами.

Всего в мире на уровне 2035 г. в Сценарии Новых политик WEO-2011 прогнозируется производство нетрадиционной нефти порядка 10 млн барр/сут, в том числе 4,5 млн из нефтеносных песков Канады, 2,3 млн сверхтяжелой нефти в Венесуэле и 2,1 млн барр/сут – синтетической нефти из угля и газа. Что касается производства сланцевого керогена, то отмечаются его хорошие перспективы в США и интерес к проектам в Иордании и Марокко.

Специальный раздел в WEO-2011 посвящен и новой американской революции, связанной с LTO. В нем в том числе объясняется, почему light tight oil часто называют сланцевой нефтью, описываются история и особенности освоения ресурсов плеча Bakken и ряда других плеев США, дается оценка прогнозных объемов добычи (1,4 млн барр/сут на уровне 2020 г. с последующим снижением до примерно 0,7 млн барр/сут к 2035 г.).

⁹ Как правило, tight углеводороды – это «сланцевые» углеводороды, мигрировавшие на небольшое расстояние от нефтематеринских сланцевых образований в выше и нижележащие песчаники и известняки [4]. Подробнее об этом см. также [22].



Специальный раздел в WEO-2011 посвящен и новой американской революции, связанной с LTO. В нем в том числе объясняется, почему light tight oil часто называют сланцевой нефтью, описываются история и особенности освоения ресурсов плеча Bakken и ряда других плеев США, дается оценка прогнозных объемов добычи (1,4 млн барр/сут на уровне 2020 г. с последующим снижением до примерно 0,7 млн барр/сут к 2035 г.).

В очередном WEO-2012 продолжают уточнения определений и классификации углеводородов. Основная новация – LTO переводится из традиционной нефти в нетрадиционную, поскольку «эта новая классификация для легкой плотной нефти согласуется с нашей классификацией сланцевого газа как нетрадиционного газа» [21]. Соответственно, меняются и прогнозы мирового производства нетрадиционной нефти. В сценарии Новых политик в 2035 г. оно оценивается в 13,2 млн барр/сут, из которых 4,3 – из нефтеносных песков Канады, 3,4 – LTO, 2,1 – сверхтяжелой нефти в Венесуэле и 2,2 млн барр/сут – синтетической нефти из угля и газа. Оценка возможной добычи керогеновой нефти, как и в предыдущих выпусках WEO, не раскрывается, но, судя по приведенным выше цифрам, невелика. Следует также отметить, что в WEO-2012, как и в предыдущем прогнозе, пик добычи LTO в США прогнозируется в середине 2020-х гг. – порядка 3,6 млн барр/сут с последующим значительным снижением (2035 г. – около 2,5 млн барр/сут).

В очередном WEO-2012 меняются и прогнозы мирового производства нетрадиционной нефти. В сценарии Новых политик в 2035 г. оно оценивается в 13,2 млн барр/сут, из которых 4,3 – из нефтеносных песков Канады, 3,4 – LTO, 2,1 – сверхтяжелой нефти в Венесуэле и 2,2 млн барр/сут – синтетической нефти из угля и газа.

В WEO-2013 г. специалисты МЭА вновь возвращаются к вопросу: LTO – традиционный или нетрадиционный ресурс, заодно поясняя роль технологий в развитии этого понятия: «также, как сланцевый газ на самом

деле является обычным природным газом, неотличимым от обычного газа, так и LTO является обычным типом сырой нефти, хотя часто – легкой нефти. До сих пор LTO отличалась конкретной технологией производства. Однако эта технология теперь все больше и больше применяется также в некоторых низкопроницаемых обычных нефтяных пластах. И наоборот, некоторые объемы light tight oil (или сланцевого газа, если на то пошло) могут быть добыты без использования горизонтальных скважин» [21]. Как и в WEO-2010, в WEO-2013 дается подробное описание каждого из видов традиционной и нетрадиционной нефти, обращается особое внимание на ценовые характеристики их производства. Что касается прогноза производства нетрадиционной нефти, то в сценарии Новых политик в 2035 г. он таков: всего – 15,0 млн барр/сут, из которых 5,5 – LTO, 4,3 – из нефтеносных песков Канады, 2,1 – сверхтяжелой нефти в Венесуэле и 2,0 млн барр/сут – синтетической нефти из угля и газа. Аналогичные прогнозы последующих WEO представлены в табл.

Табл. Прогнозы производства нетрадиционной нефти в 2040 г. в базовых сценариях WEO, млн барр/сут

	WEO-2014	WEO-2015	WEO-2016	WEO-2017	WEO-2018
Всего	16,2	14,5	15,3	17,0	18,5
из них:					
Tight oil	5,4	5,0	6,8	9,2	11,0
Canada oil sands	5,2	4,5	3,8	3,7	3,8
Venezuela extra-heavy oil	2,4	2,3	2,0	2,0	1,7
CTL	1,1	0,8	0,7	0,6	...
GTL	0,9	0,8	0,8	0,5	...
Прочие, вкл. добавки	1,2	1,1	1,2	1,0	...

Начиная с 2014 г., вместо LTO в WEO фигурирует просто «tight oil», которая, как и LTO, отнесена к категории нетрадиционной нефти (объяснения такой замены терминов в WEO-2014 нет, скорее всего, термин взят из работ Управления энергетической информации Минэнерго США, поскольку именно в США прогнозируется основная добыча этого типа нефти). В двух последних WEO отсутствует и само понятие «нетрадиционная нефть», вернее, оно как таковое не выделяется¹⁰. Анализ производства нефти по типам ведется по следующим

В WEO-2012, как и в предыдущем прогнозе, пик добычи LTO в США прогнозируется в середине 2020-х гг. – порядка 3,6 млн барр/сут с последующим значительным снижением (2035 г. – около 2,5 млн барр/сут).

¹⁰ В этом случае эксперты МЭА, скорее всего, пошли по пути, рекомендованному тем же УЭИ США, которое в своем глоссарии отмечало: то, что квалифицируется как «нетрадиционное» в любой конкретный момент времени, является сложной интерактивной функцией характеристик ресурсов, доступных технологий разведки и добычи, текущей экономической среды, а также масштаба, частоты и продолжительности добычи из ресурса. Восприятие этих факторов неизбежно меняется с течением времени...[23].



позициям: традиционная сырая нефть (Conventional crude Oil); нефть плотных коллекторов (Tight oil); газовый конденсат и другие жидкие УВ из газа (Natural gas liquids – NGL); тяжелая и высоковязкая нефть и нефть из природных битумов, включая нефть канадских нефтеносных песчаников (Extra-heavy oil and bitumen inc. oil sands); прочие, включая синтетическую нефть (Other production, inc. CTL and GTL).

В двух последних WEO отсутствует и само понятие «нетрадиционная нефть», вернее, оно как таковое не выделяется. Анализ производства нефти по типам ведется по следующим позициям: традиционная сырая нефть (Conventional crude Oil); нефть плотных коллекторов (Tight oil); газовый конденсат и другие жидкие УВ из газа (Natural gas liquids – NGL); тяжелая и высоковязкая нефть и нефть из природных битумов, включая нефть канадских нефтеносных песчаников (Extra-heavy oil and bitumen inc. oil sands); прочие, включая синтетическую нефть (Other production, inc. CTL and GTL).

Как видно из табл., МЭА в своих прогнозах в последние четыре года постоянно увеличивает объемы добычи нетрадиционной нефти в мире. Однако этот рост идет исключительно за счет tight oil, которая практически вся в настоящее время добывается в США, обеспечивая этой стране «нефтяную сланцевую революцию»: лидирующие позиции в мировом производстве нефти и, в перспективе, роль одного из крупнейших ее экспортеров. По оценкам МЭА, ведущим производителем tight oil США останутся и в перспективе: в том же 2040 г., по оценке WEO-2018, на них будет приходиться более 67 % ее мировой добычи.

Однако в самих США, как это было отмечено еще в WEO-2011 и WEO-2012, бурный рост добычи tight oil будет наблюдаться лишь в ближайшие годы. По оценкам WEO-2017, пик добычи всех видов жидких углеводородов из плотных сланцевых формаций¹¹, в объеме порядка 13 млн барр/сут, наступит уже в середине 2020-х гг. Из этих 13 млн барр/сут на собственно tight oil будет приходиться 8,3 млн барр/сут против 7,0 в 2040 г. В WEO-2018 эти цифры были очередной раз подкорректированы: на пике, который продлится с 2025 г. до начала 2030-х гг., добыча tight oil составит 9,2 млн барр/сут, снизившись к 2040 г. до 7,4 млн барр/сут. Тем самым США будут доминировать в добыче нефти из плотных формаций до середины 2020-х гг., после чего ресурсные ограничения будут сдерживать ее дальнейший рост. Одновременно начнется

рост добычи такой нефти в других странах, прежде всего в Аргентине, России, Канаде и Мексике, а также, вероятно, и в других странах, обладающих хорошим ресурсным потенциалом (Австралии, Китае, ОАЭ).

Что касается других видов нетрадиционной нефти, то перспективы вовлечения их в мировой энергетический баланс оцениваются МЭА с каждым годом все хуже и хуже (табл.). И особенно это относится к производству сланцевого керогена – той самой «сланцевой нефти», с которой все и началось.

РЕСУРСЫ И ЗАПАСЫ «СЛАНЦЕВОЙ НЕФТИ»

В оценке объемов геологических и извлекаемых ресурсов сланцевой нефти МЭА обычно руководствуется оценками USGS и УЭИ США. В том, что касается США, без какого-либо уточнения приводятся данные именно по извлекаемым ресурсам. Однако эти оценки очень сильно отличаются друг от друга. Например, УЭИ в 2013 г. оценило извлекаемые ресурсы сланцевой нефти США в 58 млрд барр. – это почти в два раза выше оценки 2012 г. в 35 млрд барр. При этом приводимые МЭА данные USGS за тот же 2013 г. составляют всего 13 млрд барр. – в четыре раза меньше, чем оценки УЭИ. МЭА объясняет это расхождение тем, что USGS и УЭИ США используют различные методики подсчета ресурсов.

В 2016 г. запасы США составили уже 80 млрд барр., а всего год спустя – почти 105 млрд барр. Рост на 30 % всего за год в некоторой мере обусловлен тем, что в эти 105 млрд включены как собственно tight oil в объеме 97 млрд барр., так и 8 млрд барр. так называемого «lease condensate» (промыслового конденсата, получаемого из газа плотных формаций), который ранее в США относился к NGL (Natural gas liquids).

Суммирование самых высоких и самых низких оценок ресурсов для отдельных плеев в Соединенных Штатах показывает, что оценки этих ресурсов могут меняться от менее 50 до более чем 190 миллиардов баррелей

Комментируя эти данные, специалисты МЭА отмечают, что «неопределенность в этом вопросе остается чрезвычайно высокой: суммирование самых высоких и самых низких оценок ресурсов для отдельных плеев в Соединенных Штатах показывает, что оценки этих ресурсов могут меняться от менее 50 до более чем 190 миллиардов баррелей... При этом понимание ресурсного потенциала в наиболее значимых плеев, например в Пермском бассейне, продолжает развиваться» [15].

В том же 2017 г. в сценарии «низких цен на нефть» МЭА предполагает, что запасы «сланцевой нефти» в США будут увеличены до 200 – 210 млрд барр. В 2018 г. прирост запасов «сланцевой» нефти в США составил 10 %, – до 116 млрд барр. Таким образом, они выросли как минимум втрое всего за 6 лет наблюдений примерно до уровня доказанных запасов традиционной нефти Ирака.

¹¹ Сюда МЭА вслед за УЭИ США относит собственно сырую нефть, конденсат и NGL.

¹² Одновременно в WEO-2013 приводится и первая оценка от июня 2013 г. УЭИ США, согласно которой мировые технически извлекаемые ресурсы LTO составляют 350 млрд барр.

В 2017 г. в сценарии «низких цен на нефть» МЭА предполагает, что запасы «сланцевой нефти» в США будут увеличены до 200 - 210 млрд барр. В 2018 г. прирост запасов «сланцевой» нефти в США составил 10 %, - до 116 млрд барр. Таким образом, они выросли как минимум втрое всего за 6 лет наблюдений примерно до уровня доказанных запасов традиционной нефти Ирака.

Когда речь идет о других странах, не о США, то в силу значительно более слабой геологической изученности территории этих стран МЭА порой вынуждена пользоваться скорректированными данными о геологических ресурсах сланцевой нефти, публикуемыми УЭИ США. Согласно таким оценкам, в WEO-2013 технически извлекаемые ресурсы LTO в России составили 76 млрд барр., в США – 58, в Китае – 32, в Аргентине – 27, в Ливии – 26, в Австралии – 18, в Венесуэле и Мексике – по 13 и в Пакистане и Канаде – по 9 млрд барр. А всего в мире они составили, по оценке МЭА, 240 млрд барр¹².

В WEO-2014 г. оценка МЭА мировых извлекаемых ресурсов LTO вырастает до 344 млрд барр., а в WEO-2017 г. – до 436 млрд барр. В 2018 г. ресурсы «сланцевой» нефти в мире не получили переоценки МЭА, за исключением вышеназванного увеличения в США. Одновременно возникает новая коллизия, связанная с дифференцированным подходом в оценке ресурсов сланцевой нефти в разных странах. В частности, МЭА указывает, что общепринятая методика PRMS (Petroleum Resources Management System) не репрезентативна для оценки нетрадиционных ресурсов углеводородов. Для них в МЭА применяется другая методика. В ее основе лежит оценка конкретных проектов скважин в части извлекаемых ими запасов. Согласно этой методике, ресурсы превращаются в запасы в момент принятия инвестиционного решения об их разработке. Как только инвестиционное решение по ним принято, такие запасы считаются доказанными, а ограничивающий срок считается 20 лет с этого момента. Таким образом, весь планируемый объем добычи за ближайшие 20 лет в результате утверждения проекта переходит в разряд запасов. Из-за волатильности цен на нефть инвестиционные решения по конкретным скважинам могут меняться год от года и, благодаря такой неопределенности, могут меняться и оценки запасов, очевидцами чего мы являемся год из года¹³.

С другой стороны, из пояснений МЭА совершенно неочевидно, каким образом подсчитаны запасы или извлекаемые ресурсы сланцевой нефти в мире за пределами США или Канады. Если, например, в случае баженновской свиты МЭА ссылается на данные агентства Роснедра, то в случае с Ливией или Китаем ситуация

Следует остановиться на проблеме ресурсной базы для производства сланцевого керогена. Всего за несколько лет ресурсы «сланцевой нефти» из горючих сланцев, считавшиеся в WEO-2004 вторым (38 %) по объемам источником нетрадиционной нефти в залежах и оценивавшиеся в 2,7 трлн барр. геологических ресурсов, из которых треть считалась извлекаемыми, практически полностью исчезли из обзоров МЭА.

Совершенно не ясно, как вышеназванная методика, основанная на инвестиционных решениях, может быть применена, как можно судить об экономической целесообразности разработки подобных сланцевых формаций в этих странах, а вместе два этих государства, по оценкам МЭА 2013 г., сравнялись по ресурсам сланцевой нефти с США. Кроме того, вполне очевидно, что статистика по инвестиционным решениям будет в наибольшей мере доступна в США, а значит, и оценки МЭА о запасах сланцевой нефти будут гипертрофировано расти именно там.

Особо следует остановиться на проблеме ресурсной базы для производства сланцевого керогена. Всего за несколько лет ресурсы «сланцевой нефти» из горючих сланцев, считавшиеся в WEO-2004 вторым (38 %) по объемам источником нетрадиционной нефти в залежах и оценивавшиеся в 2,7 трлн барр. геологических ресурсов, из которых треть считалась извлекаемыми, практически полностью исчезли из обзоров МЭА. Что произошло и почему они исчезли из анализа и статистики? МЭА не дает ответа на эти вопросы. Вместо них под названием «сланцевая нефть» введены новые типы ресурсов, подсчитанные для разных стран различными и очень непрозрачными способами, которые сложно объединить в одно целое. Однако и это целое гораздо меньше по объемам ресурсов «сланцевой» нефти из горючих сланцев, всего 436 млрд барр. в мире, по данным WEO-2017. Сами же мировые ресурсы керогеновой нефти, так теперь называются ресурсы «сланцевой нефти» из горючих

Мировые ресурсы керогеновой нефти, так теперь называются ресурсы «сланцевой нефти» из горючих сланцев, по данным WEO-2017, составляют 1073 млрд барр., занимая среди ресурсов нетрадиционной нефти второе место после сверхтяжелой нефти и природных битумов (1875 млрд барр.).

¹³ Тем не менее надо отметить, что в основе такой методики лежит объективная особенность сланцевых формаций, выражающаяся в том, что только с бурением скважины появляется возможность достаточно точно оценить запасы нефти того или иного участка поля. Однако, как вынуждены были признать и эксперты МЭА, «диапазон оценок отдельных пластов сланца остается широким даже при бурении большого количества скважин» [25].



сланцев, по данным WEO-2017, составляют 1073 млрд барр., занимая среди ресурсов нетрадиционной нефти второе место после сверхтяжелой нефти и природных битумов (1875 млрд барр.). Причина, на наш взгляд, в том, что на нынешнем витке технологического развития керогеновая нефть из горючих сланцев не выдерживает конкуренцию не только с другими видами нефти, но и иными источниками энергии. Отсюда и падение интереса к ней, нецелесообразность развития ее ресурсной базы.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Аналитическим материалам и прогнозам долгосрочного развития мировой энергетики МЭА присущи все те методологические недостатки и условности, которые характерны для современного этапа геологических знаний по рассматриваемой в статье проблематике. Более того, эти недостатки и условности в работах МЭА усугубляются тем, что в своих прогностических исследованиях МЭА опирается на работы различных научных школ, использующих разные методологии.

2. Работая с прогнозами МЭА, следует также иметь в виду, что эти прогнозы, как и прогнозы других национальных и международных аналитических центров, могут не только отражать интересы организаций-составителей (а МЭА выражает интересы развитых стран, импортирующих энергию), но даже выступать в качестве инструментов лоббирования, поскольку прогнозирование мировой энергетики – довольно политизированная область [27].

3. В этом смысле стоит критически относиться и к прогнозам МЭА развития мировой нефтедобычи, в основе которых лежит уверенность в развитии «сланцевой революции» США. В то же время следует самым пристальным образом отслеживать развитие ситуации в этой области, причем не только в части совершенствования применяемых технологий, но и стимулирования технологического развития, совершенствования национальной инновационной системы, согласовании интересов бизнеса и общества.

Работая с прогнозами МЭА, следует также иметь в виду, что эти прогнозы, как и прогнозы других национальных и международных аналитических центров, могут не только отражать интересы организаций-составителей (а МЭА выражает интересы развитых стран, импортирующих энергию), но даже выступать в качестве инструментов лоббирования, поскольку прогнозирование мировой энергетики – довольно политизированная область

4. Материалы МЭА свидетельствуют, что грамотное использование потенциала технологического развития обеспечивает перевод огромных ресурсов нетрадиционных углеводородов, представляющих незначительный интерес для разработки, в категорию традиционных запасов, обеспечивая беспрецедентный рывок странам, обладающим ими, в добыче нефти и природного газа.

Материалы МЭА свидетельствуют, что грамотное использование потенциала технологического развития обеспечивает перевод огромных ресурсов нетрадиционных углеводородов, представляющих незначительный интерес для разработки, в категорию традиционных запасов, обеспечивая беспрецедентный рывок странам, обладающим ими, в добыче нефти и природного газа.

5. Определяющим фактором грядущих изменений в приоритетах мирового развития нефтегазовой отрасли выступает технологический фактор, в частности, степень доступности и эффективности технологий, обеспечивающих разработку различных типов ресурсов нефти и газа. В этом плане добыча углеводородов – проблема, прежде всего технологическая, а не ресурсная. Поэтому именно страны, владеющие новейшими технологиями, вкладывающие значительные ресурсы в их развитие и совершенствование, уже в ближайшее десятилетие будут определять мировой энергетический ландшафт.

Литература

1. Мастепанов А.М., Степанов А.Д., Горевалов С.В., Белогорьев А.М. Нетрадиционный газ как фактор регионализации газовых рынков/ под общ. ред. д.э.н. А.М. Мастепанова и к.г.н., доц. А.И. Громова. М.: ИЦ «Энергия», 2013. 128 с. [Электронный ресурс]. Сайт ИЭС. URL: http://www.energystrategy.ru/editions/docs/gaz_netradic.pdf (дата обращения: 10.11.2017).
2. Мастепанов А.М. Сланцевый газ: что он несет России? [Электронный ресурс]. Сайт Российского Совета по международным делам. URL: http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=1046#top (дата обращения: 15.03.2019).
3. Мастепанов А.М. Традиционные и нетрадиционные источники углеводородов: некоторые сравнительные оценки/ Доклад на ежегодном форуме Клуба Ниццы [Электронный ресурс]. Сайт Club de Nice. URL: <http://www.clubdenice.eu/2012/MASTEPANOV.pdf> (дата обращения: 19.02.2019).
4. Цветков Л.Д., Киселева Н.Л., Цветков Д.Л. Нефтегазо-материнские сланцевые толщи мира. Ярославль: Аверс Плюс, 2015. 492 с.
5. Высоцкий В.И. Ressources mondiales de schiste et leur volution: gaz de schiste et p trole, traitement du schiste/ Доклад на ежегодном форуме Клуба Ниццы [Электронный ресурс]. Сайт Club de Nice. URL: http://clubdenice.eu/2012/V_VYSOTSKY.pdf (дата обращения: 10.04.2019).
6. Якуцени В.П., Петрова Э.Ю., Суханов А.А. Нетрадиционные ресурсы углеводородов – резерв для восполнения сырьевой базы нефти и газа России // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2009. Т. 4. № 1 [Электронный ресурс]. URL: http://www.ngtp.ru/rub/9/11_2009.pdf (дата обращения: 10.04.2019).
7. Бессель В.В. Нетрадиционные ресурсы углеводородного сырья. Лекция в РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина [Электронный ресурс]. URL: https://www.gubkin.ru/faculty/pipeline_network_design/chairs_and_departments/thermodynamics_and_thermal_



engineLektisia_4_Netraditsionnye_resursy_uglevodorodnogo_syrya_2017.pdf (дата обращения: 19.03.2019).

8. Прищепина О.М., Аверьянова О.Ю. Подходы к оценке углеводородного потенциала сланцевых толщ на примере доманиковых отложений Тимано-Печорской провинции // Нефтяная провинция. 2017. № 1(9). С. 19–49.

9. Муслимов Р.Х., Плотникова И.Н. (2018). Основные проблемы освоения залежей нетрадиционных углеводородов в ультранизкопроницаемых и сланцевых отложениях // Георесурсы. 2018. Т. 20. № 3. Ч. 2. С. 198–205. [Электронный ресурс]. URL: <https://geors.ru/archive/article/931/> (дата обращения: 6.03.2019).

10. World Energy Outlook 2000. OECD/IEA, 2000, 457 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iea.org/media/weoweb-site/2008-1994/weo2000.pdf> (дата обращения: 20.03.2019).

11. World Energy Outlook 2010. OECD/IEA, 2010, 738 p. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weoweb-site/2010/WEO2010.pdf> (дата обращения: 20.03.2019).

12. Мастепанов А.М., Баринов П.С. МЭА и Секретариат ОПЕК: два прогноза – два взгляда на перспективы развития глобальной энергетики // Бурение и нефть. 2018. № 6. С. 4–12.

13. Мастепанов А.М. МЭА: прогнозы добычи нетрадиционных видов газа // Научный журнал Российского газового общества. 2018. № 3–4. С. 21–40.

14. Мастепанов А.М. Международное энергетическое агентство: новые взгляды на перспективы развития мировой энергетики // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2019. № 3 (171). С. 48–57.

15. World Energy Outlook 2017. OECD/IEA. 2017. 782 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2017> (дата обращения: 14.04.2019).

16. Публикации и статьи МЭА. Прогноз мировой энергетики [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iea.org/russian/publications/> (дата обращения: 22.04.2019).

17. World Energy Outlook 2004. OECD/IEA, 2004, 577 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iea.org/media/weoweb-site/2008-1994/WEO2004.pdf> (дата обращения: 12.05.2019).

18. Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States. EIA. U.S. Department of Energy, June 2013. 76 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/overview.pdf> (дата обращения: 10.04.2019).

19. World Energy Outlook 2015. OECD/IEA. 2015. 406 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2015> (дата обращения: 15.04.2019).

20. World Energy Outlook 2011. OECD/IEA. 2011. 666 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2011> (дата обращения: 10.05.2019).

21. World Energy Outlook 2012. OECD/IEA. 2012. 690 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2012> (дата обращения: 27.04.2019).

22. Прищепина О. М., Аверьянова О. Ю., Высоцкий В. И., Морариу Д. Формация «Баккен»: геология, нефтегазоносность и история разработки // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2013. Т. 8. № 2. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ngtrp.ru/rub/9/19_2013.pdf (дата обращения: 17.04.2019).

23. EIA. U.S. DOE [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eia.gov/tools/glossary/index.php?id=U> (дата обращения: 10.05.2019).

24. World Energy Outlook 2014. – OECD/IEA. 2014. 748 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2014> (дата обращения: 10.03.2019).

25. World Energy Outlook 2016. OECD/IEA. 2016. 684 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2016> (дата обращения: 19.01.2019).

26. World Energy Outlook 2018. OECD/IEA. 2018. 661 p. [Электронный ресурс]. URL: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2018> (дата обращения: 18.05.2019).

27. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации // Энергетический бюллетень. Август 2013. Выпуск № 5.

References:

1. Mastepanov A.M., Stepanov A.D., Gorevalov S.V., Belogoriev A.M.; Unconventional gas as a factor of gas market regionalization/ under the general editorship of Doctor of Economics Mastepanov A.M. and Candidate of Geological Sc., Assistant Professor Gromova A.I. Moscow: Energy Publishing Center, 2013. 128 p. [Electronic resource]. IES website. URL: http://www.energystrategy.ru/editions/docs/gaz_netradic.pdf (accessed 10.11.2017).

2. Shale gas: what does it bring to Russia? [Electronic resource]. Website of the Russian International Affairs Council. URL: http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=1046#top (accessed: 15.03.2019).

3. Conventional and unconventional hydrocarbon sources: Some comparative assessments/Report at the Club de Nice Annual Forum [Electronic resource]. Club de Nice website. URL: <http://www.clubdenice.eu/2012/MASTEPANOV.pdf> (accessed: 19.02.2019).

4. Tsvetkov L.D., Kiseleva N.L., Tsvetkov D.L. Oil and Gas Source Shale Strata of the World. Yaroslavl: Avers Plus, 2015. 492 p.

5. Vysotsky V.I. Ressources mondiales de schiste et leur volution: gaz de schiste et p trole, schiste du traitement/Report at the Club de Nice Annual Forum [Electronic source]. Club de Nice website. URL: http://clubdenice.eu/2012/V_VYSOTSKY.pdf (accessed: 10.04.2019).

6. Yakutseni V.P., Petrova E.Y., Sukhanov A.A. Unconventional hydrocarbon resources – Reserve for replacement of raw material sources of oil and gas in Russia//Oil and Gas Geology. Theory and Practice. 2009. Vol. 4. No. 1 [Electronic resource]. URL: http://www.ngtrp.ru/rub/9/11_2009.pdf (accessed: 10.04.2019).

7. Bessel V.V. Unconventional hydrocarbon resources. Lecture at Gubkin Russian State University of Oil and Gas [Electronic resource]. URL:

https://www.gubkin.ru/faculty/pipeline_network_design/chairs_and_departments/thermodynamics_and_thermal_engine/Lektisia_4_Netraditsionnye_resursy_uglevodorodnogo_syrya_2017.pdf (accessed: 19.03.2019).

8. Prischepina O.M., Averyanova O.Yu. Approaches to assessment of hydrocarbon potential of shale strata by the example of Domanik deposits of the Timan-Pechora Province //Oil Province. 2017. No. 1 (9). P. 19-49.

9. Muslimov R.H., Plotnikova I.N. (2018). Main problems of unconventional hydrocarbon deposit development in ultra-low-permeability and shale deposits//Georesources. 2018. Vol. 20. No. 3. Part 2. P. 198-205. [Electronic resource.] URL: <https://geors.ru/archive/article/931/> (accessed: 06.03.2019).

10. World Energy Outlook 2000. OECD/IEA, 2000, 457 p. [Electronic resource]. URL: <https://www.iea.org/media/weoweb-site/2008-1994/weo2000.pdf> (accessed: 20.03.2019).

11. World Energy Outlook 2010. OECD/IEA, 2010, 738 p. [Electronic resource]. URL: <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weoweb-site/2010/WEO2010.pdf> (accessed: 20.03.2019).

12. Mastepanov A.M., Barinov P.S. IEA and OPEC Secretariat: Two outlooks – two views on the prospects of global energy development//Drilling and Oil. 2018. No. 6. P. 4-12

13. Mastepanov A.M., IEA: Unconventional gas production outlook//Scientific Journal of the Russian Gas Society. 2018. No. 3-4. P. 21-40.

14. Mastepanov A.M., International Energy Agency: New views on the prospects of world energy development// Problems of the oil and gas complex economics and management. 2019. No. 3 (171). P. 48-57.



15. World Energy Outlook 2017. OECD/IEA. 2017. 782 p. [Electronic resource]. URL: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2017> (accessed: 14.04.2019).
16. IEA Publications and Papers. World Energy Outlook [Electronic resource]. URL: <https://www.iea.org/russian/publications/> (accessed: 22.04.2019).
17. World Energy Outlook 2004. OECD/IEA, 2004, 577 p. [Electronic resource]. URL: <https://www.iea.org/media/weoweb-site/2008-1994/WEO2004.pdf> (accessed 12.05.2019).
18. Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States. EIA. U.S. Department of Energy, June 2013. 76 p. [Electronic resource]. URL: <https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/overview.pdf> (accessed: 10.04.2019).
19. World Energy Outlook 2015. OECD/IEA. 2015. 406 p. [Electronic resource]. URL: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2015> (accessed: 15.04.2019).
20. World Energy Outlook 2011. OECD/IEA. 2011. 666 p. [Electronic resource]. URL: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2011> (accessed: 10.05.2019).
21. World Energy Outlook 2012. OECD/IEA. 2012. 690 p. [Electronic resource]. URL: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2012> (accessed: 27.04.2019).
22. Prishchepa O.M., Averyanova O.Yu., Vysotsky V.I. Morariu D. Bakken formation: Geology, hydrocarbon saturation and development history//Petroleum Geology. Theory and Practice. 2013. Vol. 8. No. 2. [Electronic resource] URL: http://www.ngtp.ru/rub/9/19_2013.pdf (accessed: 17.04.2019).
23. EIA. U.S. DOE [Electronic resource]. URL: <https://www.eia.gov/tools/glossary/index.php?id=U> (accessed: 10.05.2019).
24. World Energy Outlook 2014. – OECD/IEA. 2014. 748 p. [Electronic resource]. URL: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2014> (accessed: 10.03.2019).
25. World Energy Outlook 2016. OECD/IEA. 2016. 684 p. [Electronic resource]. URL: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2016> (accessed: 19.01.2019).
26. World Energy Outlook 2018. OECD/IEA. 2018. 661 p. [Electronic resource]. URL: <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2018> (accessed: 18.05.2019).
27. Analytical Center affiliated to the Government of the Russian Federation//Energy Bulletin. August 2013. Issue No. 5. ■