

## РАЗВЕДКА, ДОБЫЧА И ПОТРЕБЛЕНИЕ СЛАНЦЕВОГО ГАЗА В МИРЕ\*

\* Научный рук., к.т.н., профессор В.П. Невежин, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации

### THE EXPLORATION, PRODUCTION AND CONSUMPTION OF SHALE GAS IN THE WORLD

*A. Medvedeva  
D. Sarafanova*

#### Annotation

The problems connected with the exploration, production and consumption of shale gas as a fuel and energy resources at the present stage of development of the world economy are examined. The analysis of the main economic and environmental problems that prevent shale gas to occupy the equal place among fuel and energy resources in the international market is held out.

**Keywords:** World energy market, natural gas, shale gas, energy sources to resources, hydraulic fracturing, environmental effects.

*Медведева Анастасия Эдуардовна  
Финансовый университет  
при Правительстве РФ  
Сарафанова Дарья Александровна  
Финансовый университет  
при Правительстве РФ*

#### Аннотация

Рассмотрены вопросы, связанные с разведкой, добычей и потреблением сланцевого газа в качестве топливно-энергетического ресурса на современном этапе развития мирового хозяйства. Проводится анализ основных экономических и экологических проблем, которые препятствуют занять сланцевому газу занять полноценное место среди топливно-энергетических ресурсов на мировом энергетическом рынке.

#### Ключевые слова:

Мировой энергетический рынок, природный газ, сланцевый газ, нетрадиционные источники энергии, гидравлический разрыв пласта, экологические эффекты.

**В** энергетическом секторе международного хозяйства одну из главных ролей занимают топливно-энергетические ресурсы, такие как нефтепродукты, нефть, каменный уголь, природный газ, ядерная энергия. При этом нефть и природный газ занимают особое место среди топливно-энергетических ресурсов. Они лидирует среди других товарных групп в мировой торговле, уступая лишь отрасли машиностроения.

Развитие мирового хозяйства на современном этапе отличается ростом в потреблении природных ресурсов. Идет процесс взаимозависимости стран, и мировой прогресс зависит уже не только от одного государства, а и других.

В мировой экономике много разных глобальных проблем, и одна из них – сырьевая. Национальные экономики и все мировое хозяйство находятся в зависимости от экономических ресурсов – это трудовые, природные, капитальные, и они создают потенциал страны. Природные ресурсы необходимый элемент развития экономики, и наличие и использование разнообразных природных ресурсов дает дополнительное преимущество стране в ее экономическом и политическом развитии. Именно поэтому рассмотрению проблемы наличия природных ре-

сурсов в мире и в отдельных регионах является достаточно актуальной темой.

Следует обратить особое внимание на топливно-энергетические ресурсы в силу того, что они играют важную роль в развитии человечества и только за последние десять лет их потребление возросло на одиннадцать процентов.

Актуальность данного исследования в том, что в настоящее время добыча сланцевого газа является одной из самых обсуждаемых тем в газовой индустрии. Нужно оценить является ли данный вид топлива настолько перспективным для добычи и для разработки месторождений, именно поэтому необходим тщательный анализ, как рынка природного газа, так и сланцевого. Нужно исследовать проблемы перспективы развития добычи сланцевого газа, как его добыча и продажа будет влиять на планы по реализации различных проектов, которые уже были намечены на рынке ресурсов.

Данный анализ является практически важным для дальнейшего исследования проблем, связанных с будущим сланцевого газа на мировом рынке энергетических ресурсов, с помощью эконометрического анализа.

Рассмотрим подробнее развитие рынка сланцевого газа и его перспективы. Данная тема стала актуальной с момента, когда производство газа из нетрадиционных источников в США повлияло на перенаправление танкеров сжиженного природного газа, который изначально предназначался для рынка США. Из-за роста добычи сланцевого газа США вышли на первое место по уровню производства газа, обогнав при этом Россию. После такого развития событий, возник вопрос, возможно ли повторение данной ситуации для других стран, которые находятся в зависимости от импорта газа. Вопросы развития рынка сланцевого газа, его возможности и проблемы добычи и продажи приобрели большую актуальность в последнее время. Это видно также и в ситуации с восточной частью Украины, где найдены достаточно большие залежи сланцевого газа.

В настоящее время природный газ является наиболее потребляемым источником энергоресурсов, и тенденция роста продолжает сохраняться.

Однако он находится на третьем месте по потреблению после нефти и угля. На рисунке 1 приведены сведения по потреблению газа по мировым регионам и основным отраслям.

Больше всего газа потребляется в странах, которые не входят в Организацию экономического сотрудничества и развития, и их доля в последние годы постоянно растет. Рассматривая потребление газа по секторам, можно увидеть общую тенденцию потребления во всех сферах без конкретного выделения одной из них.

Газ может стать первым по потреблению среди всех видов энергоносителей, если будет использоваться еще и в качестве автомобильного топлива. Росту потребления газа способствует несколько факторов, такие как: увеличение его использования в коммунальном хозяйстве, на теплоэлектростанциях, падения привлекательности ядерной энергетики. По предварительным оценкам специалистов доля природного газа вырастет до 25 процентов из-за сокращения добычи угля и как более экологичный продукт. Но, существует проблема, которая сдерживает процесс выхода природного газа на первое место – это то, что большинство его месторождений расположены далеко от основных потребителей и необходимы затраты на строительство газопроводов.

Так, только в 2010–2012 годах было открыто достаточное количество месторождений природного газа (см. рис. 2).

Что касается рынка природного газа, то он достаточно сильно отличается от других, но нечто похожее на рынок электроэнергии. Отличия идут из природы газа. Газ также можно купить и продать, как и все имеющиеся товары, но вот его транспортировка осуществляется в ос-

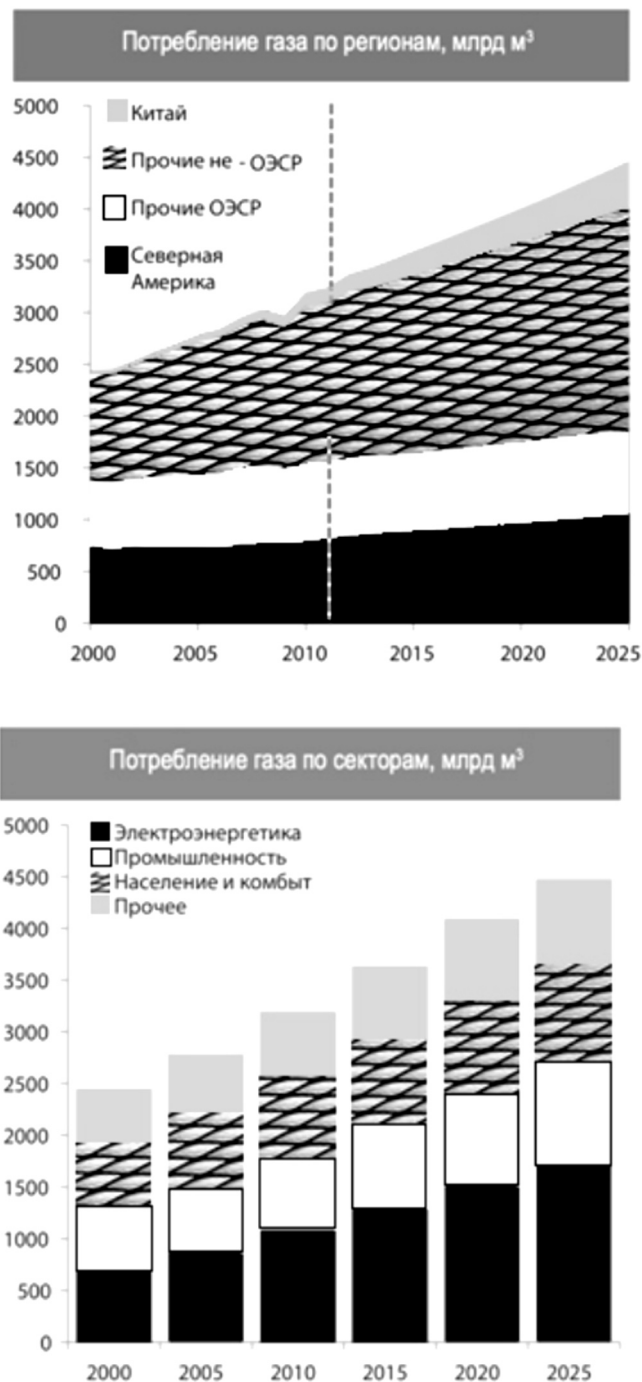


Рисунок 1 - Потребление природного газа по регионам и секторам (по данным U.S. Energy Information Administration | Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources; June 2013)

новном либо естественными монополиями, либо газопроводной, либо добывающей компанией.

Из этого можно сделать вывод, что строительство других трубопроводов не имеет экономического смысла, так как конкурировать с названными структурами трудно.

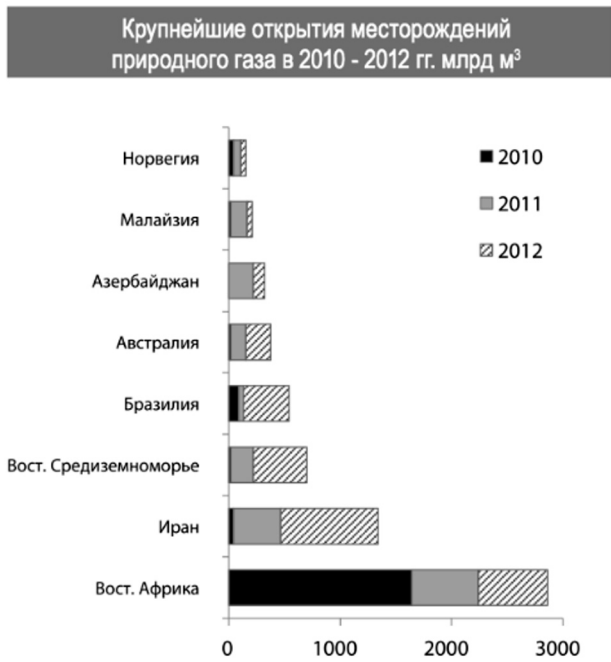


Рисунок 2 - Крупнейшие месторождения газа, открытые в 2010-2012 гг. (по данным IHS CERA, EIA, Ernst&Young )

Спрос на газ для конечных потребителей для теплоснабжения в жилищном секторе и в каком-то роде для электростанций в качестве топлива зависит от погодных колебаний, что делает зависимым его потребление от сезонных условий, за исключением, когда он используется в качестве химического сырья.

Проблема транспортировки газа решается благодаря

научным достижениям и относительно завышенной стоимости энергоносителей. Это относится и к тем случаям, когда идет освоение отдаленных месторождений газа. Газопроводы прокладываются по дну моря, в вечной мерзлоте и по суше. Их длина обычно достигает тысячи километров, строятся огромные газохранилища, совершенствуется технология очистки газа, появляются способы и технологии для транспортировки газа морским путем.

Изначально мировой рынок газа был сформирован из региональных рынков. Но благодаря тому, что средства транспортировки газа постоянно развиваются и совершенствуются, это привело к интенсивному росту поставок не только в регионе, но и за его пределы. Так обычный и сжиженный газ из Алжира поставляется как в западно-европейский регион, а сжиженный – в Северную Америку. Из этого следует, что региональные рынки газа на данном этапе это уже не автономные образования, а часть единого мирового рынка газа. Внутри региональная торговля этим сырьем идет на основе рыночной конъюнктуры, которая до этого сложилась, а вот внешняя только формируется, а поэтому имеет место разная ценовая политика.

Идет процесс интернационализации рынка природного газа. Этому способствует сотрудничество капиталов, появляются международные консорциумы и межнациональные компании, осуществляющие поиск и разработку крупных газовых месторождений, и строительство транспортировки газа до потребителей. Примером тому может служить освоение газовых ресурсов в Северном море, создание трубопровода "Северный поток", создание супертанкеров для перевозки сжиженного газа. Данный процесс был невозможен без поддержки компаний из

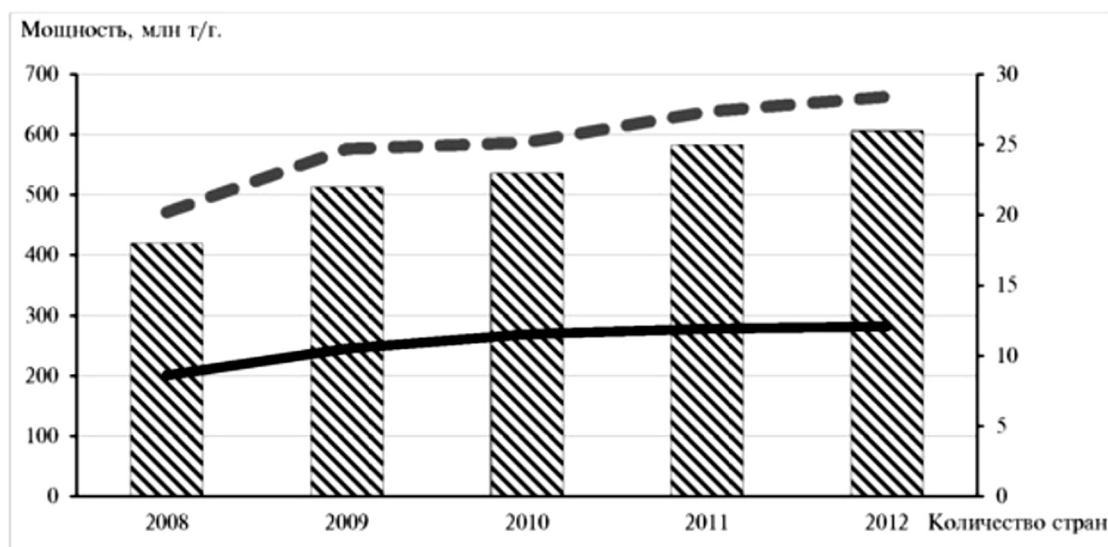


Рисунок 3 -Динамика количества стран-импортеров по снижению и регазификации СПГ (2008-2012 гг.)

множества стран и капиталов, что придает добыче газа и его транспортировке мировой характер.

В последнее время в различных публикациях все чаще встречается феномен "сланцевая революция", который связан с началом эксплуатации в промышленных масштабах технологии добычи в США в начале 21 века газа из сланцевых пород. Добыча сланцевого газа как топливно-энергетического ресурса включает ряд особенностей.

Прежде всего, сланцевый газ это вид природного газа, который залегают в мелкозернистых осадочных породах, отличающиеся низкой пористостью, высоким содержанием органического вещества, а также очень низким уровнем проницаемости. Добыча сланцевого газа как нетрадиционного источника энергии требует дополнительных усилий, чтобы высвободить природный газ из насыщенных им пород. В этом заключается принципиальное отличие его от традиционных источников. В свою очередь, дополнительные затраты делают процесс добычи более сложным и дорогостоящим [7]

Добыча газа из недр происходит путем горизонтального бурения в сочетании с гидравлическим разрывом пластов (ГРП). Залежи сланцевого газа обнаружены на всех континентах и в совокупности запасы огромны, но требуются специальные технологии его добычи. Любая страна, прежде всего, энергозависимая может во многом обеспечиваться необходимым источником энергии из собственных ресурсов. Запасы сланца распределены как на суше, так и дне Мирового океана, варьируется только глубина залегания пласта, как правило, от 200 км до 5 км. Интересно, что первая буровая скважина по добычи сланцевого газа была пробурена еще в 1821 году (девовские сланцы, США), но промышленная добыча в крупных масштабах начала осуществляться лишь в 2007 году и составила 1,293 трлн. фут<sup>3</sup>.

В настоящее время США являются безусловным лидером по добыче сланцевого газа, обладая при этом более 70% мирового запаса горючего сланца. Согласно Департаменту энергетики США, мировой объем технически извлекаемых запасов сланцевого газа в 41 стране на 2013 год составляет 7,299 трлн. фут<sup>3</sup>. Лидирующие места занимают Китай (1,115 трлн. фут<sup>3</sup>), Аргентина (802 трлн. фут<sup>3</sup>), Алжир (707 трлн. фут<sup>3</sup>), США (665 трлн. фут<sup>3</sup>), Канада (573 трлн. фут<sup>3</sup>). Россия по объему технически извлекаемых запасов находится на 9 месте (285 трлн. фут<sup>3</sup>) (по данным U.S. Energy Information Administration | Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources; June 2013), см. рис. 4.

По сравнению с 2011 г. наблюдается положительная динамика в добычи сланцевого газа. Так, например, в 2013 году уже не 32 страны, а 41 были заинтересованы в проведении исследований Департаментом энергетики

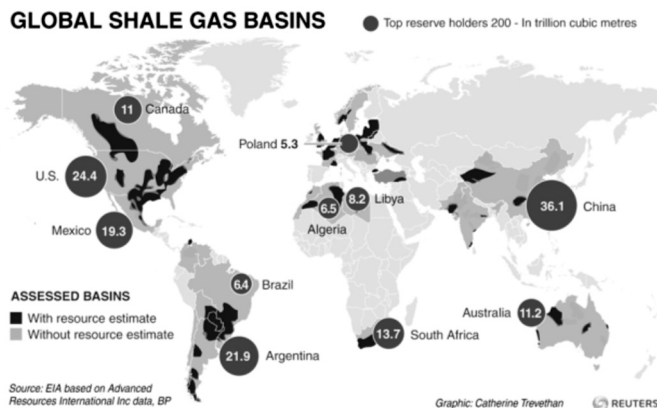


Рисунок 4а - Наиболее крупные месторождения сланцевого газа

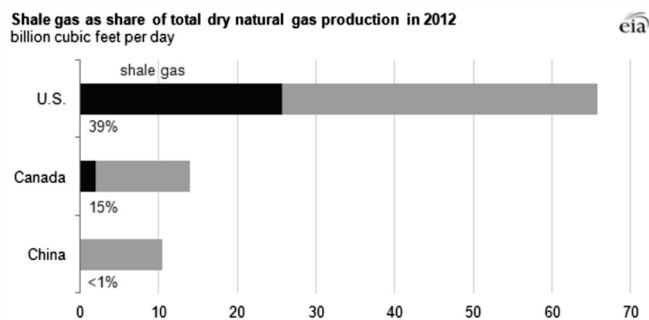


Рисунок 4б - Наиболее крупные месторождения  
Рисунок 4 - Доля сланцевого газа в общей добычи природного газа (по данным U.S. Energy Information Administration Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources; June 2013)

США рынка сланцевого газа на их территории. Как показывает график на рис. 4 Соединенные Штаты и Канада пока являются единственными жизнеспособными крупными производителями газа из сланцевых пластов в мире. Китай же является единственной страной за пределами Северной Америки, который с коммерческой точки зрения выгодно добывает сланцевый газ, хотя его объемы добычи в стране составляют меньше 1% от общего объема производства природного газа. Для сравнения, процент сланцевого газа в общей добычи природного газа в 2012 году составил 39% в Соединенных Штатах и 15% в Канаде [8].

Долгое время североамериканская нефтегазовая отрасль хотела освоить добычу нетрадиционных источников газа. Рост цен на газ в середине 2000-х годов совпал с технологическими прорывами. Также огромным плюсом явилось то, что в районах добычи газа была низкая плотность населения и доступность водных ресурсов. Поэтому у американских проектов по добыче данного вида газа оказались достаточно низкие капитальные издержки.

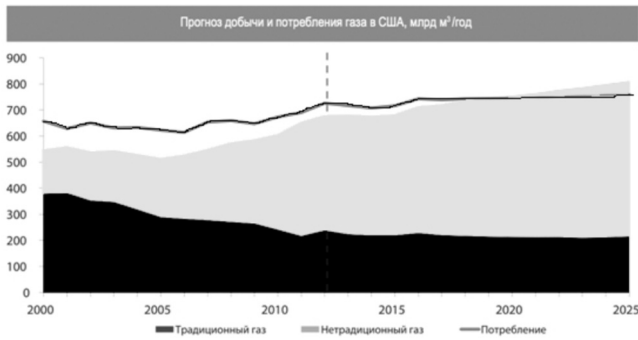
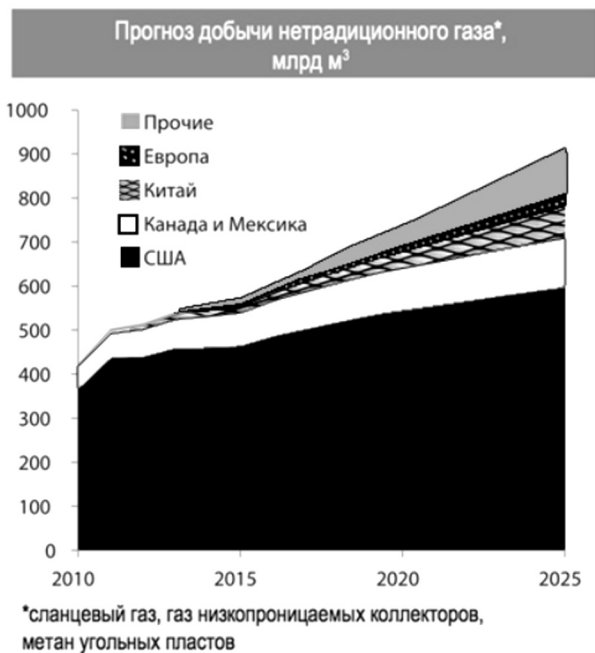


Рисунок 5 - Объемы добычи традиционного и нетрадиционного газа в США по данным U.S. Energy Information Administration | Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources; June 2013)

Следует отметить, что по прогнозу добыча нетрадиционного газа в наибольшем количестве предполагается в США, на втором месте – в Канаде и Мексике, см. рис. 6.



\*сланцевый газ, газ низкопроницаемых коллекторов, метан угольных пластов

Рисунок 6 - Прогноз добычи сланцевого газа (по данным U.S. Energy Information Administration Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources; June 2013)

В качестве примера экономической состоятельности добычи сланцевого газа в США можно взять месторождение Марселлус, являющимся самым рентабельным в США. Там стоимость бурения скважины с проведением гидроразрыва пласта (ГРП) оценивается в 5 млн. долл. Предполагается добыть около 60 млн. кубометров газа и получить за него примерно 10 млн. долл. В ценах 2012 –

2013 годов – это 5,7 млн. и 7,8 млн. долларов. Конечно, будут и другие расходы, но без расчета окупаемости получения газа, добыча его на таких месторождениях не рассматривается.

В 2009 г. Комитетом по разработке газовых месторождений (Potential Gas Committee, входящим в состав Potential Gas Agency of the Colorado School of Mines) был предоставлен в сланцевых залежах США. По его оценке технически извлекаемые ресурсы сланцевого газа в стране составляли 495 трлн. куб. футов (17,4 трлн. куб. м) [9]. Согласно исследованию "World Shale Gas Resources: An Initial Assessment", выполненному Advanced Resources International (ARI) для управления энергетической информации США (U.S. Energy Information Administration – EIA) и опубликованному в апреле 2011 г., технически извлекаемые в США оценивались уже в 850 трлн. куб. футов (30 трлн. куб. м) [10], а в Annual Energy Outlook 2011, опубликованном тем же управлением в том же месяце – в 750 трлн. куб. футов (26,5 трлн. куб. м).

В том же 2011г. Многие газосланцевые компании и члены правительства США поняли, что объявленные ранее ресурсы сланцевого газа завышены и не так оптимистичны. И уже в 2012 году та же компания – Annual Energy Outlook – предоставила официальную оценку ресурсов на 1.1.2010 г. в размере только 481,8 трлн. куб. футов (17 трлн. куб. м) [11].

По исследованиям ряда специалистов газовой отрасли предполагается, что к 2020 году США станет нетто-экспортером газа.

Газовая индустрия Китая относительно молода, а поэтому Китай до сих пор находит на своей территории большие традиционные месторождения с извлекаемыми запасами в 310 млрд. куб. м. Но, не смотря на это, в последние годы ряд китайских компаний (Sinopec, CNPC, совместное предприятие CNPC и Shell, а также компания Yanchang) пробурили несколько десятков скважин для добычи и сланцевого газа.

В Китае уделяется огромное внимание национальному производству энергоресурсов. Считается, что в течение ближайших 20 лет роль нетрадиционных источников газа существенно вырастет, и они станут одним из основных факторов увеличения добычи и прироста запасов газа, табл. 1.

Большинство специалистов уверены, что к 2030–2035 гг. Китай станет одним из крупнейших мировых потребителей газа и довольно большая доля его будет осуществляться за счет национальных источников нетрадиционного газа. Более того, многие считают, что Китай к 2035 г. достигнет тройку мировых лидеров по добыче газа, и возглавит абсолютное лидерство по удельному весу сланцевого газа в общем объеме газодобычи.

Таблица 1.

Прогноз объемов добычи природного газа в Китае в 2015 - 2030 гг. (млрд. куб. м)

Вид газового ресурса	2015 г.	2020 г.	2030 г.
Газ из плотных коллекторов	50	100	150
Сланцевый газ	5	80	150
Метан угольных пластов	10	50	80
Газ из традиционных источников	80	120	170
Общий объем добычи газа	145	350	550

Главными угрозами будущего развития добычи сланцевого газа являются потенциальные внешние экологические эффекты современных технологий его добычи. Большинство экспертов наиболее важные экологические проблемы, касающиеся производства сланцевого газа связывают с водой.

*Некоторые из них состоят в следующем:*

- ◆ добыча сланцевого газа требует большого объема пресной воды. Данная проблема может стать серьезной в тех регионах и странах, в которых уже испытывается дефицит воды. Особенно это важно для стран ЕС, где наличие воды на душу населения относительно низкое;
- ◆ происходит, в основном, загрязнение метаном и мелкими частицами пресной воды. При проведении операции гидравлического разрыва пласта в образованиях сланца возникают трещины, через которые происходит загрязнение грунтовых вод, в том числе предназначенных для отбора питьевой воды;
- ◆ подземное и наземное загрязнение опасными химикатами, которые используются в качестве агентов для гидроразрыва пласта, и/или тяжелыми металлами и радиоактивными элементами. Жидкости, используемые для гидроразрыва пласта следует хранить в герметично закрытых резервуарах с постоянной проверкой возможных соединений содержащихся в них микроэлементов;
- ◆ требуется последующая обработка сточных вод и устранение отходов.

Согласно заключения экологов, при добычи сланцевого газа происходит загрязнение грунтовых вод преимущественно толуолом, мышьяком, этилбензолом. Для одной операции гидроразрыва пласта как правило требу-

ется от 80 до 300 тонн химикатов. Некачественное цементирование затрубного пространства обсадных колонн также является одной из основных причин, приводящих к загрязнению грунтовых вод. В отходах сланцевых месторождений обнаружены радиоактивности, превышающие в десятки раз существующие нормы.

Во избежание данных проблем требуется благоразумная эксплуатация газовых месторождений сланца, раскрытие химических компонентов, которые используются, осторожное планирование землепользования, строгие операционные стандарты и жесткий государственный контроль выполнения эксплуатационной техники безопасности.

В процессе добычи сланцевого газа могут возникнуть сейсмические проблемы и спровоцировать техногенную катастрофу, так как расщепление отдельных сланцевых пластин проводится с использованием гидроразрыва и закачкой сточных вод. Хотя эксперты определяют низкий уровень данного риска, но указанная проблема требует дальнейшего исследования.

Что касается парниковых газов, связанных с выбросом в атмосферу метана, то ситуация при добыче сланцевого газа хуже чем добыча традиционного природного газа, но лучше, чем угля.

Применение государством самых современных технологий или альтернативных способов извлечения сланцевого газа, в том числе и таких, как использование для этого сжиженного нефтяного газа, сжиженного углекислого газа или азота вместо воды для гидроразрыва пласта, может смягчить некоторые, но не все экологические проблемы.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что в условиях глубоких перемен на рынке природно-энерге-

тических ресурсов перспективы добычи сланцевого газа и развитие отрасли нетрадиционных источников энергии достаточно велики. При положительном решении экологических проблем сланцевый газ в долгосрочной перспективе может вытеснить традиционных участников мирового энергетического рынка. Данная отрасль имеет ог-

ромный потенциал, поэтому принципиально важно дальнейшее эконометрическое исследование экологических и экономических проблем в контексте стоимости добычи, доступности резервов и возможного экологического вреда при добыче, с целью выявления возможных путей решения для развития данной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bogomolov A., Nevezhin V. Impact evaluation of different strategies of amortization on the key indices of fuel and energy branch (by the example of gas industry) / Academic science – problems and achievements IV. Vol. 1, North Charleston, SC, USA ISBN: 978-1500488215, S.207-214.
2. Геращенко И.О. Сланцевый газ – революция не состоялась [Текст] / И.О. Геращенко, А. Л. Липидус // Вестник Российской Академии Наук –2014. – том 84. – №5. – с. 400-433.
3. Сланцевый газ – альтернатива. Пока на бумаге [Электронный ресурс]. [http://www.bbc.co.uk/ukrainian/ukraine\\_in\\_russian/2012/05/120525\\_ru\\_s\\_shale\\_gas\\_ukraine\\_poland\\_usa.shtml](http://www.bbc.co.uk/ukrainian/ukraine_in_russian/2012/05/120525_ru_s_shale_gas_ukraine_poland_usa.shtml) (Дата обращения: 23.10.2014).
4. Amy Myers Jaffe. Shale Gas Will Rock the World / Amy Myers Jaffe // The Wall Street Journal. – USA MAY 10, 2010.
5. Сланцевый газ, мифы и перспективы мировой добычи. [Электронный ресурс] / Зеленцова Жанна// – <http://pronedra.ru7> – Заглавие с экрана (Дата обращения 23.10.2014)
6. International energy outlook 2014. – URL: <http://www.eia.gov/forecasts/ieo/>.
7. <http://www.shale-gas-information-platform.org/what-is-shale-gas.html>
8. <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=13491>
9. Информационное сообщение о семинаре "Революция сланцевого газа: риски и возможности для России", состоявшемся 2 декабря 2010 г. в рамках Форума Нефтегазовый диалог" ИМЭМО РАН
10. World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States – Release date: April 5, 2011
11. Annual Energy Outlook 2012. With Projections to 2035. June 2012. U.S. Energy Information Administration. Office of Integrated and International Energy Analysis. U.S. Department of Energy, Washington, DC 20585

© А.Э. Медведева, Д.А. Сарафанова, ( anasti-m@mail.ru ), Журнал «Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики»,

**14-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ  
И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА  
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**




Получите  
электронный билет!  
[www.ndt-russia.ru](http://www.ndt-russia.ru)






**17-19  
ФЕВРАЛЯ 2015**

Место проведения:  
**МОСКВА  
КРОКУС ЭКСПО**

Организаторы:  



Тел. +7 (812) 380 6002/00  
факс +7 (812) 380 6001  
[ndt@primexpo.ru](mailto:ndt@primexpo.ru)

0+ РЕКЛАМА