

УДК 553.981.2

А.С. Маковецкий

С.П. Киселева

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ГАЗОСЛАНЦЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ<sup>1</sup>

*Аннотация.* В статье затрагивается вопрос о перспективах освоения газосланцевых месторождений в Российской Федерации. Описываются основные аспекты добычи сланцевого газа, анализируются его особенности и эколого-экономические риски. Предложена математическая модель выбора варианта освоения месторождения сланцевого газа.

*Ключевые слова:* экология, рациональное природопользование, сланцевый газ, экологические аспекты, перспективы, гидравлический разрыв пласта, экологическая безопасность, сланцевая революция, технологии, технологическая безопасность, технологическое развитие.

Alexey Makovetsky

Svetlana Kiseleva

## PROSPECTS OF SHALE GAS PRODUCTION IN THE RUSSIAN FEDERATION IN TERMS OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT

*Annotation.* The article addresses the question about the prospects of shale gas development in the Russian Federation. This article describes the main aspects of shale gas production, analyzes its features and ecological and economic risks. Proposed a mathematical model of a choice of variants of development of deposits of shale gas.

*Keywords:* ecology, environmental management, shale gas, environmental aspects, perspectives, hydraulic fracturing, environmental security, shale revolution, technology, technological safety, technological development.

Согласно данным исследования British Petroleum, Российская Федерация занимает лидирующие позиции по оценке подтвержденных запасов жидких углеводородов и угля. Их суммарные запасы в России оцениваются более 150,8 млрд т нефтяного эквивалента (16,6 % общемировых запасов), что ставит страну на второе место в мире по запасам после США [7].

Российская Федерация богата всеми видами традиционных ресурсов углеводородов. По запасам природного газа наша страна занимает вторую строчку после Ирана, по добыче газа – вторую после США. По запасам нефти мы на восьмом месте после Венесуэлы, Саудовской Аравии, Канады, Ирана, Ирака, Кувейта и ОАЭ, при этом добываем мы нефти чуть меньше, чем Саудовская Аравия.

Более подробно данные по распределению мировых ресурсов углеводородного сырья представлены в таблице 1 [7].

Российские эксперты всерьез встревожены соотношением запасов и уровнем добычи нефти в нашей стране. Занимая по запасам всего лишь восьмое место в мире, текущую добычу Россия поддерживает на очень высоком уровне, поскольку доходы от нефти – важнейший источник дохода бюджета. Но с точки зрения среднесрочной перспективы такое положение опасно. Именно поэтому так актуально сегодня обратить внимание на нетрадиционные ресурсы углеводородного сырья [2; 5].

Промышленная разработка газосланцевых месторождений в мире ведется в настоящее время только в Северной Америке – в США и Канаде.

Промышленная добыча сланцевого газа в США осуществляется на следующих основных проектах:

- Barnett (Барнетт), Техас;
- Fayetteville (Файеттевилл), Арканзас;

© Маковецкий А.С., Киселева С.П., 2016

<sup>1</sup> Публикация подготовлена в рамках научного проекта РГНФ №15-02-00616 «Разработка механизма эколого-ориентированного технологического развития экономики».

- Haynesville (Хайнесвилл), Луизиана, Арканзас;
- Woodford (Вудфорд), Оклахома;
- Marcellus (Марселлус), Аппалачи и др.

В Канаде добыча сланцевого газа осуществляется на 2 месторождениях:

- Montney-Diog (Монтней-Диог);
- Horn River (Хорн Ривер).

Таблица 1

**Страны-лидеры по запасам углеводородного сырья (по состоянию на 2013 г.)**

№ п/п	Страна	Нефть		Природный газ		Уголь		Всего	
		Запасы, млрд т	Запасы, млрд баррелей	Запасы, млрд м <sup>3</sup>	Запасы, млрд т нефтяного эквивалента	Запасы, млрд т	Запасы, млрд т нефтяного эквивалента	Запасы, млрд т нефтяного эквивалента	% от мировых
1	США	5,37	44,18	9,35	8,41	237,30	166,11	179,89	19,77
2	Россия	12,74	93,03	31,25	28,13	157,01	109,91	150,77	16,57
3	КНР	2,47	18,08	3,27	2,94	114,50	80,15	85,56	9,40
4	Иран	21,57	157,00	33,78	30,40	-	0,00	51,97	5,71
5	Венесуэла	46,58	298,35	5,57	5,02	0,48	0,34	51,93	5,71
6	Саудовская Аравия	36,52	265,85	8,23	7,41	-	0,00	43,93	4,83
7	Канада	28,09	174,32	2,02	1,82	6,58	4,61	34,52	3,79
8	Казахстан	3,93	30,00	1,53	1,37	33,60	23,52	28,82	3,17
9	Катар	2,60	25,06	24,68	22,21	-	0,00	24,81	2,73
Страны бывшего СССР		17,87	131,76	52,94	47,65	228,03	159,62	344,62	37,87
Мир		238,20	1687,89	185,70	167,13	891,53	624,07	909,92	100,00

Источник: обобщено автором по [7].

Данные по запасам газа и его ресурсам, добываемым из нетрадиционных (в том числе сланцевых) источников к настоящему времени практически отсутствуют. Большинство авторов и экспертных организаций ссылаются на информацию Международного энергетического агентства (далее – МЭА) или Национального совета нефтяной промышленности США (The National Petroleum Council), публикуя данные о ресурсной базе нетрадиционного газа. И хотя точные данные о величине ресурсной базы нетрадиционного углеводородного сырья отсутствуют, их оценка впечатляет [6].

Прогноз добычи сланцевого газа в США представлен на рисунке 1.

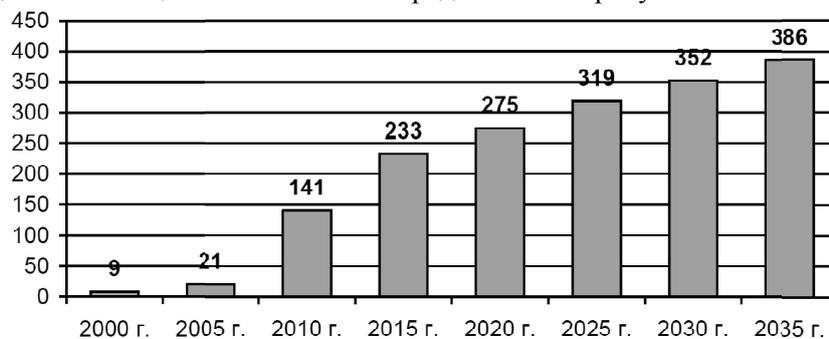


Рис. 1. Прогноз добычи сланцевого газа в США в 2015-2035 гг., млрд м<sup>3</sup>

Источник: Составлено по [8].

Территория США является наиболее разведанной и изученной на наличие сланцевого газа. Департамент энергетики США оценивает технически извлекаемые ресурсы (technically recoverable resource – TRR) сланцевого газа на территории США в 13,65 трлн м<sup>3</sup>. Однако, нельзя не отметить, что последняя оценка доказанных запасов газа, добываемого из сланцевых пород в США по состоянию на конец 2010 г. составляет 2,76 трлн м<sup>3</sup> (данные на конец 2009 г. – 1,7 трлн м<sup>3</sup>) (см. Рис. 2). Именно благодаря увеличению запасов сланцевого газа, общие доказанные запасы газа в стране к концу 2010 г. составили 8,59 трлн м<sup>3</sup> [10].

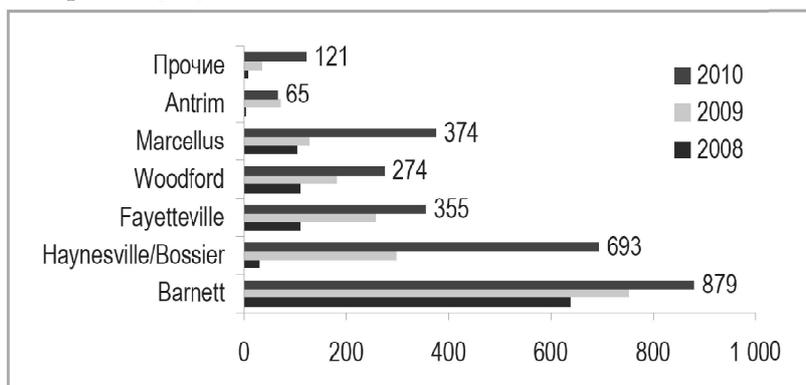


Рис. 2. Динамика прироста доказанных запасов сланцевого газа по основным сланцевым месторождениям, млрд м<sup>3</sup> [7]

Даже для месторождений Северной Америки оценка ресурсов сланцевого газа не является постоянной. Геологоразведочные работы (ГРП) в других странах для обнаружения газсланцевых месторождений (отличные от ГРП при разведке традиционного природного газа) или находятся на начальном этапе, или же не начинались совсем, поэтому официально публикуемые данные носят достаточно спорный характер. По оценкам экспертов, принимавших участие в указанном выше исследовании, более половины мировых ресурсов нетрадиционного газа приходится как раз на газ сланцевых пород, метан угольных пластов оценивается на уровне 26 %, газ плотных пород – остальные 23 %. Новые технологии, в частности гидроразрыв пласта (далее – ГРП) и горизонтальное бурение, способствовали быстрому наращиванию объемов добычи сланцевого газа в США, что сделало эту страну практически полностью независимой от поставок природного газа из-за рубежа. По данным Управления энергетической информации США (U.S. Energy Information Administration), среднегодовой прирост добычи сланцевого газа в период с 2008 по 2011 гг. достигал 51 %. При этом в 2012 г. рост существенно замедлился, составив лишь 4 % [11].

Потенциальные ресурсы сланцевого газа в Европе по данным исследования «Мировые ресурсы сланцевого газа: предварительная оценка 14 регионов за пределами США» (World Shale Gas Resources: an Initial Assessment of 14 Regions outside the United States), опубликованного Управлением энергетической информации США в апреле 2011 г., технически извлекаемые ресурсы сланцевого газа в Европе оцениваются в 605 трлн футов<sup>3</sup>, что составляет немногим более 9 % от обще- мирового объема. В 2013 г. Управление энергетической информации США пересмотрело свою оценку европейского ресурсного потенциала в сторону повышения. Согласно последним данным, технически извлекаемые ресурсы сланцевого газа в Европе составляют 885 трлн футов<sup>3</sup>, при этом ресурсный потенциал ряда стран (особенно Норвегии, Франции, Польши и Швеции) был понижен, а других (Великобритании, Германии, Нидерландов, Дании и Украины) – повышен по сравнению с оценками 2011 г.. Стоит также отметить, что в рамках исследования в 2013 г. дополнительно рассматриваются еще четыре страны – Россия, Испания, Болгария, Румыния. По состоянию на конец 2012 г. совокупные развед-

данные запасы сланцевого газа в Европе составляли почти 12 % от общемировых потенциальных ресурсов [11].

Разработка газа, как традиционным способом, так и из плотных пород, включая сланцевый газ и угольный метан, связана со значительной антропогенной нагрузкой на окружающую среду – на геологические системы, грунтовые и поверхностные воды, почвы, атмосферный воздух и др. При этом опасность представляют все стадии разработки газосланцевых месторождений – разведка, строительство буровых площадок, бурение горизонтальных и вертикальных скважин, процесс гидроразрыва пласта, извлечение газа из недр, его подготовка, транспортировка и хранение.

Среди основных экологических рисков, приписываемых разработке газосланцевых месторождений, можно выделить следующие:

- использование промывочных жидкостей;
- водопотребление при добыче сланцевого газа методом грп;
- утилизация водного раствора после проведения грп;
- загрязнение грунтовых вод;
- увеличение активности Йеллоустоунского супервулкана;
- выбросы;
- сейсмические риски;
- поверхностные загрязнения воды и почвы;
- усиление парникового эффекта;
- проседание грунта в местах гидроразрывов и др.

На этапе бурения скважины, во вскрытом ее промежутке возникает гидравлическая линия связи между проходимыми пластами и атмосферой. В результате ошибок при проектировании скважины, при различных нарушениях на этапе бурения, ненадлежащего цементирования ствола скважины, вскрытые пласты сообщаются между собой, что приводит к свободному сообщению флюидов (газов, минерализованных или термальных вод, а также технических жидкостей, закачанных в ствол скважины) между пластами. Газообразные вещества углеводородного состава и другие газы (азот, углекислый газ, сероводород, аргон или др.), содержащиеся в сланцевых пластах, способны мигрировать к верхнему слою почвы, по пути попадая в подземные воды и, в конечном счете, загрязнять атмосферный воздух. Похожими способами по вертикали и по горизонтали могут распространяться различные химические ингредиенты буровых и промывочных жидкостей.

В настоящее время большое количество специалистов и аналитиков приводят собственные оценки стоимости добычи газа из сланцевых пород. Однако такие оценки в большинстве случаев отличаются высокой степенью вариативности. С одной стороны, такая ситуация объясняется тем, что газосланцевые месторождения достаточно сильно отличаются между собой (географическое положение, геологические характеристики, законодательство и т.п.), с другой стороны – разница экспертных оценок вызвана предвзятостью аналитиков по отношению к перспективности или бесперспективности развития разработки газосланцевых месторождений. Стоимость горизонтальной скважины оценивается около 3 млн долл. США. Кроме того, газодобывающая компания обязана оплатить 225 тыс. долл. за право доступа к недрам, а также ежегодно оплачивать роялти в размере 12,5 % от выручки и нести другие дополнительные расходы, связанные с деятельностью по добыче из расчета 18 тыс. долл. за млн м<sup>3</sup> [10].

Среди основных экономических рисков, влияющих на обоснование добычи сланцевого газа, можно выделить следующие.

1. *Уровень текущих цен на газ.* Добыча сланцевого газа рентабельна только при наличии спроса и высоких цен на газ. Прежде всего, специалисты подвергают обоснованному сомнению высокую рентабельность проектов по добыче сланцевого газа. Геолог из Хьюстона Арт Берман, проведя

тщательный анализ деятельности компаний, добывающих сланцевый газ, пришел к выводу, что их действительные затраты на добычу сланцевого газа очень велики. После того как скважина пробурена, она обходится сравнительно недорого, и операционные расходы, действительно, могут составлять порядка 100 долл. США за 1 тыс. куб м. Но ведь компания несет не только эти затраты. По данным А.Бермана, разрекламированная технология горизонтального бурения приносит гораздо меньшие результаты, чем сообщается [9].

2. *Срок эксплуатации сланцевых скважин.* Сланцевые скважины имеют гораздо меньший срок эксплуатации, чем скважины обычного природного газа. Как показывают открытые данные о добыче газа на сланцевой залежи Barnett, продуктивность уже действующих скважин падала гораздо быстрее, чем на традиционных месторождениях. Средний «срок жизни» газовых скважин составляет в США 30–40 лет, но на Barnett около 15 % скважин, пробуренных в 2003 г., уже через пять лет исчерпали свой ресурс [9].

3. *Существенное падение дебита скважин.* Сразу после вскрытия скважины давление выходящего из земли газа и его объемы (дебиты) весьма высоки. Однако, поскольку емкость хранящих газ трещин все же невелика, то в течение года эти показатели падают на 70–75 %. Например, если на начальном этапе скважина поставляет 200–500 тыс. кубометров в сутки, то через год это будет всего лишь 8–10 тыс. [9].

4. *Увеличение количества процессов ГРП.* Существенное падение дебита скважин приводит к тому, что процесс ГРП приходится повторять до десяти раз в год на каждой территории разработки месторождения сланцевого газа, что приводит к дополнительным экономическим затратам [9].

5. *Увеличение числа скважин.* Если учесть, что газ в основном добывается не просто так, про запас, а во исполнение контрактных обязательств перед потребителем, то существенное падение объемов добычи придется компенсировать за счет добуривания новых скважин. При этом надо учитывать, что оборудование горизонтальной скважины для добычи сланцевого газа обходится примерно в полтора-два раза дороже, чем традиционная вертикальная [9].

6. *Коэффициент извлечения.* По значению проницаемости продуктивные пласты делятся на:
- низкопроницаемые (от 0 до 100 миллидарси (мД));
  - среднепроницаемые (от 100 мД до 500 мД);
  - высокопроницаемые (более 500 мД).

Сланцевый газ от традиционного отличается экстремально низкими коллекторскими свойствами вмещающих отложений (пористость не более 3–4 %, проницаемость ниже 0,1 мД, максимальный коэффициент извлечения не превышает 20 %) [9].

7. *Низкая теплотворная способность сланцевого газа.* Первым свойством, снижающим полезность сланцевого газа, является его низкая теплотворная способность. Себестоимость добычи сланцевого газа около 200–250 долл. за 1 тыс. м<sup>3</sup>, но при этом, у сланцевого газа Удельная теплота сгорания в 2,5 раза ниже, чем у природного. То есть, на 1 тыс. м<sup>3</sup> природного газа необходимо 2,5 тыс. м<sup>3</sup> сланцевого [9].

Минимизировать перечисленные экологические и экономические риски на ранних этапах реализации проектов не всегда возможно, что увеличивает масштабы возможных финансовых потерь.

Разведка сланцевого газа ведется в Южной Америке, Африке, Австралии, Европе и Азии. По всему миру нефтегазовые компании занимаются сбором и изучением данных сейсморазведки, бурят разведочные скважины и оценивают пласты с точки зрения возможности добычи газа. В то же время во многих случаях на пути к разработке стоят существенные трудности.

В отличие от разработки сланцев в США, где большая доля деятельности приходится на небольшие компании, в Европе разведкой и разработкой сланцевого газа занимаются преимущественно международные энергетические компании и национальные нефтяные компании. Имея ограниченный

опыт разведки и разработки газа в сланцевых пластах, эти компании сотрудничают с организациями, которые создали отрасль добычи сланцевого газа в Северной Америке. В США в последнее время разработана и апробирована новая методика добычи сланцевого газа. Это так называемый метод безводного разрыва пласта. Отличительной особенностью данного способа добычи от гидравлического разрыва пласта, где используется смесь воды, песка (проппанта) и химикатов, является использование геля из сжиженного пропана.

Мировые ресурсы сланцевого газа достигают 460 трлн м<sup>3</sup>, ресурсный потенциал в пределах бывшего СССР оценивается в 17,7 трлн м<sup>3</sup>. Используя некоторые корреляционные соотношения, полученные для территории США, В. Высоцкий оценивает потенциал сланцевых формаций по России на уровне 20,1 трлн м<sup>3</sup>. Вполне очевидно, что приводимые характеристики данной ресурсной базы по России могут рассматриваться только в качестве самого общего ориентира для отрасли. Основная причина этого – в несоизмеримо меньшей изученности глубоким бурением территории России (22 м/км<sup>2</sup> против 250-360 м/км<sup>2</sup> в США) и в отсутствии специальных тематических исследований сланцевых толщ как объекта эксплуатации [1, 4].

По мнению экспертов Санкт-Петербургского Всероссийского нефтяного научно-исследовательского геологоразведочного института Г.А. Григорьева и Т.А. Афанасьевой, основанием для детальных, всесторонне обоснованных и весьма надежных оценок ресурсного потенциала, полученных, например, для угольного метана в пределах Кузнецкого бассейна, послужило бурение более 6500 специальных газовых скважин. Для корректной оценки потенциала сланцевых толщ также необходимы специальные исследования, в том числе и по керну сланцевых пород и по дебетам из них [3].

Однако, учитывая в целом более сложные геолого-промысловые характеристики сланцевых толщ по сравнению с газоносными (в первую очередь, вследствие существенно больших глубин залегания, более сложных условий проведения ГРП и ряда других) при выходе на данную ресурсную базу требования к техническому и технологическому потенциалу добывающих компаний поднимаются на существенно более высокий уровень, чем при освоении природного газа. Еще менее очевидной становится коммерческая привлекательность проектов. С учетом этих факторов возможное начало реального и значимого по масштабам вовлечения в промышленный оборот ресурсной базы сланцевых толщ сегодня, в условиях гарантированной обеспеченности высоких уровней добычи традиционной ресурсной базой, однозначно ожидать не следует. А практическая востребованность сланцевого газа в Российской Федерации (и, скорее всего, в весьма ограниченных объемах на начальном этапе) отодвигается за пределы среднесрочной перспективы (за 2030 г.).

Для максимизации эффективности варианта освоения газсланцевого месторождения на территории Российской Федерации предлагается модель выбора варианта освоения месторождения сланцевого газа, основанная на соотношении суммарной величины эколого-экономических эффектов и производственно-экологических затрат к размеру годовых инвестиций. В общем виде данная модель имеет вид:

$$\Theta = \frac{\sum_{t=1}^T [(C_{it} + \Delta Y_{\text{прит}} + \Delta \Pi_{it} + D_{it}) - (C_{it} + E_{it} \cdot K_{it} + D_{kit}) - (\Delta Y_{\text{остит}} + \Delta \Pi_{\text{остит}})] \cdot X_{it}}{\sum_{t=1}^T I_t} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где  $i$  – вариант разработки газсланцевого месторождения;  $t$  – индекс года;  $T$  – количество лет;  $X_{it}$  – годовой объем продукции при  $i$ -ом варианте разработки, млн м<sup>3</sup>;  $C_{it}$  – цена реализации продукта при  $i$ -ом варианте разработки, тыс. руб.;  $\Delta Y_{\text{прит}}$  – величина предотвращенного экологического ущерба в год при  $i$ -ом варианте разработки, тыс. руб.;  $\Delta \Pi_{it}$  – экономия в платежах за загрязнение окружающей природной среды при  $i$ -ом варианте разработки, тыс. руб.;  $D_{it}$  – объем государственных дотаций при

$i$ -ом варианте разработки, тыс. руб.;  $C_{it}$  – себестоимость продукции при  $i$ -ом варианте разработки, тыс. руб.;  $E_{it}=(1+e)^t$  – коэффициент дисконтирования;  $e$  – ставка дисконтирования, в долях;  $K_{it}$  – капитальные затраты на добычу продукции при  $i$ -ом варианте разработки, тыс. руб.;  $D_{kit}$  – объем возвращаемых кредитных и дотационных средств с учетом затрат на их обслуживание, тыс. руб.;  $\Delta Y_{остit}$  – остаточный экологический ущерб от загрязнения ОПС, тыс. руб.;  $\Delta\Pi_{остit}$  – платежи за загрязнение окружающей природной среды и размещение твердых отходов, тыс. руб.;  $I_t = I_{гост} + I_{част} + I_{оост}$  – годовые инвестиции в диверсификацию производства, тыс. руб.;  $I_{гост}$  – государственные инвестиции в добычу сланцевого газа, тыс. руб.;  $I_{част}$  – частные инвестиции в добычу сланцевого газа, тыс. руб.;  $I_{оост}$  – инвестиции на мероприятия по охране окружающей среды, тыс. руб.

Функционирование данной модели осуществляется в рамках принимаемых ограничений:

1) по соответствию объемов добычи и цены продуктов уровню спроса на продукцию газосланцевого месторождения:

$$\begin{aligned} X_{it} &\leq Q_{it} \\ \Pi_{it} &\leq \Pi_{it}^c, \end{aligned}$$

где  $Q_{it}$  – выявленный спрос на продукцию газосланцевого месторождения, млн м<sup>3</sup>.  $\Pi_{it}^c$  – цена на продукцию газосланцевого месторождения, тыс. руб.;

2) по соответствию доходов, поступивших из всех возможных источников, требуемому объему инвестиций:

$$\sum_{i=1}^n (\Pi_{it} + \Delta Y_{прит} + \Delta\Pi_{it} + D_{it}) \cdot X_{it} \cdot (1+e)^{-t} \geq I_t (1+e)^{-t}; \quad (2)$$

3) по соответствию численности необходимой рабочей силы для разработки газосланцевых месторождений к имеющейся численности выпускаемых специалистов:

$$C_t \leq C_t^c,$$

где  $C_t, C_t^c$  – фактическая численность рабочих, занятых на производстве и, соответственно, выпускаемых специалистов, чел/г.;

4) по соответствию уровня загрязнения ОПС нормативным величинам:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n M_{it} &\leq ПДВ_t, \\ \sum_{i=1}^n S_{it} &\leq ПДС_t, \end{aligned}$$

где  $M_{it}, S_{it}$  – фактический объем, соответственно, сбросов в водоем и выбросов в атмосферу, т/г.;  $ПДВ_t, ПДС_t$  – предельно допустимые, соответственно, выбросы и сбросы, т/г.

5) неотрицательности переменных:

$$X_{it} \geq 0.$$

Модель позволяет увязать воедино экологические, социальные и экономические требования, предъявляемые к природопользованию и выбрать наилучший вариант разработки газосланцевого месторождения с точки зрения эколого-экономической эффективности. В процессе разведки и освоения газосланцевых месторождений возникает большое количество экологических и экономических рисков, большинство из которых могут быть минимизированы в процессе совершенствования *технологии* добычи сланцевого газа, а также за счет более жесткого контроля процессов бурения и добычи сланцевого газа. Одним из ключевых вопросов должен стать анализ изучения влияния процесса ГРП на возникновение низкомагнитудных колебаний и различного рода оползней. Перспективы освоения месторождений сланцевого газа весьма значительны, особенно в слабозаселенных регионах и в стра-

нах, которые согласны на снижение энергозависимости за счет сокращения уровня экологической безопасности. К настоящему времени практически во всех странах, где имеется возможность начать промышленную добычу сланцевого газа, созданы экологические экспертные комиссии по рассмотрению экологических рисков, связанных с добычей сланцевого газа. В перспективе освоение газсланцевых месторождений на территории Российской Федерации могло быть интересно для небольших региональных газодобывающих компаний. Однако до начала полномасштабной разработки месторождений сланцевого газа, необходимо провести ряд мероприятий и экспертиз, направленных на сохранение природного потенциала.

В целях освоения месторождений Баженовской свиты Открытое акционерное общество «Российская инновационная топливно-энергетическая компания» в 2015 г. начало разработку новой технологии термогазового воздействия на сланцевые толщи. Технология создана на основе интеграции тепловых и газовых методов увеличения газо- и нефтеотдачи и предполагает закачку в пласт широко доступных рабочих агентов – воздуха и воды, и может прийти на смену существующей технологии гидроразрыва пласта с применением опасных химикатов.

Нельзя не отметить, что для начала масштабных работ по освоению нетрадиционных и трудноизвлекаемых запасов в Российской Федерации необходима разработка механизмов для упрощенного доступа, в том числе и частных компаний, к таким участкам недр. В России существуют налоговые преференции для месторождений с низкой проницаемостью, но их явно недостаточно. Недооценивать значимость для страны этих ресурсов в будущем нельзя. К неизбежному новому росту, который наступит после завершения кризиса, нужно подойти в полной готовности, вооружившись собственными новыми и эколого-ориентированными технологиями.

#### Библиографический список

1. Виноградова, О. Сланцевый газ: миф или бум? / О. Виноградова // Нефтегазовая вертикаль. – 2009. – № 25–26. – С. 24–28.
2. Вишняков, Я. Д. Эколого-ориентированное инновационное развитие национальной экономики : монография / Я. Д. Вишняков, С. П. Киселева. – М.: ЦНИТИ «Техномаш», 2009. – 290 с.
3. Григорьев, Г. А. Перспективы промышленного освоения нетрадиционных ресурсов газа в России / Г. А. Григорьев, Т. А. Афанасьева // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. – Т. 7. – № 2. – С. 16.
4. Дмитриевский, А. Н. Сланцевый газ – новый вектор развития мирового рынка углеводородного сырья / А. Н. Дмитриевский, В. И. Высоцкий // Газовая промышленность. – 2010. – № 8. – С. 44–47.
5. Киселева, С. П. Геолого-экономическая оценка и инвестиционная привлекательность месторождений минерального сырья / С. П. Киселева // Вопросы экономических наук. – 2008. – № 3. – С. 4–8.
6. Маковецкий, А. С. Рычаги влияния налоговой системы на регулирование добычи сланцевого газа / А. С. Маковецкий // Актуальные проблемы управления – 2015 : материалы 20-й Международной научно-практической конференции. – 2015. – Вып. 2. – С. 270–272.
7. BP Statistical Review of World Energy 2014 [Электронный ресурс] / British Petroleum. – Режим доступа : <http://www.docme.ru/doc/821320/bp-statistical-review-of-world-energy-2014-full-report> (дата обращения : 20.12.2015).
8. Conti, J. J. Annual Energy Outlook 2012 [Электронный ресурс] / J. J. Conti, P. D. Holtberg, J. A. Beamon [и др.]. – Режим доступа : <http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383%282012%29.pdf> (дата обращения : 14.12.2015).
9. Fundamentals Point Toward Oil-Market Balance: IEA Too Pessimistic [Электронный ресурс] / A. Berman. – Режим доступа : <http://www.artberman.com/fundamentals-point-toward-oil-market-balance-iea-too-pessimistic> (дата обращения : 14.12.2015).
10. Tanaka, N. World Energy Outlook 2009 [Электронный ресурс] / N. Tanaka // International Energy Agency. – Access mode : <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebbsite/2009/WEO2009.pdf> (date of access : 21.12.2015).
11. U.S. Crude Oil, Natural Gas, and NG Liquids Proved Reserves 2012 [Электронный ресурс] // U.S. Energy Information Administration. – Режим доступа : <http://www.eia.gov/naturalgas/crudeoilreserves/pdf/usreserves.pdf> (Дата обращения : 23.12.2015).