



## УТВЕРЖДАЮ

Председатель Научно-технической  
коллегии НП «НТС ЕЭС»,  
Председатель Научного Совета РАН  
по проблемам надёжности и безопасности  
больших систем энергетики,  
член-корреспондент РАН,  
д.т.н., профессор

А.Ф. Дьяков

«4» октября 2013 г.

## ПРОТОКОЛ

Совместного заседания Научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС»  
и Научного совета РАН по проблемам надёжности и  
безопасности больших систем энергетики по теме:

**«Взаимосвязь энергетической безопасности России и ожидаемых уровней  
добычи сланцевого газа за рубежом»**

30 сентября 2013 года

№ 7/13

г. Москва

Присутствовало: 42чел.

**Со вступительным словом выступил**

Председатель научного Совета РАН по проблемам надёжности и безопасности  
больших систем энергетики, председатель Научно-технической коллегии НП «НТС  
ЕЭС», член-корр. РАН, д.т.н., профессор **А.Ф.Дьяков**.

В своём вступительном слове **А.Ф. Дьяков** сказал следующее.

Сегодня мы обсуждаем важную проблему — рост добычи сланцевого газа за  
рубежом и его влияние на энергетическую безопасность России. В этой связи нам  
необходимо раскрыть технологию добычи сланцевого газа и её влияние на будущие  
объёмы добычи сланцевого газа.

Важно необходимо выявить, что нам необходимо предпринять с тем, чтобы  
российский газ оставался конкурентоспособным на рынке газа в период «сланцевой

революции». Важный вопрос — кто у нас занимается проблемой сланцевого газа? Какова роль «сланцевой революции» в политическом плане?

С докладом «Взаимосвязь энергетической безопасности России и ожидаемых уровней добычи сланцевого газа за рубежом», подготовленным в Институте систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН (ИСЭМ СО РАН) В.И. Рабчуком и С.М. Сендеровым, выступил д.т.н. С.М. Сендеров — заместитель директора ИСЭМ СО РАН (г. Иркутск).

Ниже изложены основные положения доклада С.М. Сендерова.

Значительное влияние на мировые энергетические рынки сейчас оказывает сланцевый газ. Так, если в 2010 г. доля сланцевого газа в общей добыче газа в США составляла 22%, то в 2011 г. эта доля составила уже 33%, а в 2012 г. — 37%. При этом доля США в мировой добыче этого ресурса уже ряд лет составляет около 20%.

Среднегодовые рыночные цены нефти и природного газа в среднем по европейским странам с 1990 по 2012 гг. представлены в табл. 1.

Таблица 1

Среднегодовые рыночные цены нефти и природного газа в среднем по европейским странам с 1990 по 2012 гг.

Годы	Цена нефти			Цена газа		Соотношение цен (нефть/газ)
	долл./баррель	долл./т	долл./т у. т.	долл./тыс. нм <sup>3</sup>	долл./т у. т.	
1990	24	168	120	101	88	1,36
1995	19	133	95	105	91	1,04
2000	31	217	155	116	101	1,53
2005	57	399	285	225	197	1,45
2010	92	644	460	272	237	1,94
2011	109	763	545	390	339	1,61
2012	111	777	555	401	349	1,59

Увеличение объёмов добычи сланцевого газа будет в значительной степени влиять на мировые цены на газ и, в частности, на эти цены в Европе.

Анализ возможного изменения динамики мировых цен на углеводороды до 2030 г. можно провести отдельно для двух временных этапов: с 2013 по 2020 гг. и с 2021 по 2030 гг.

При прогнозировании средних цен на нефть и газ в европейских странах в эти периоды нужно учитывать наличие факторов, определяющих процессы снижения или увеличения цен на углеводороды.

Основные факторы, определяющие снижение цен на углеводороды в период с 2013 по 2020 гг.:

- наращивание годовых объёмов добычи сланцевого газа в США с выходом на потолок такой добычи через 15 – 20 лет и последующим снижением добычи;
- наращивание добычи нефти в США, в т. ч. за счёт сланцевой нефти;
- увеличение объёмов экспорта угля из США в европейские страны и рост добычи угля в самих этих странах;

- переориентация потоков ранее импортируемого США сжиженного природного газа (СПГ) в европейские страны;
- рассмотрение в Конгрессе США законопроекта, касающегося снятия ограничений на экспорт американского СПГ в европейские страны;
- официальное разрешение Европарламента на добычу сланцевого газа в европейских странах (ноябрь 2012 г.).

Сущность факторов, определяющих повышение цен на углеводороды в период с 2013 по 2020 гг.:

- продолжающийся заметный рост потребления нефтепродуктов в развивающихся странах, в т.ч. в Китае, Индии, Бразилии;
- ухудшение качества запасов углеводородов (вынужденный переход к добыче все более дорогих запасов нефти и газа);
- нарастающая напряжённость отношений между странами Ближнего Востока и развитыми странами и т. д.

Сопоставляя одни факторы с другими достаточно уверенно можно ожидать, что средняя цена на нефть в европейских странах за период с 2013 по 2020 гг. будет ниже, чем в предыдущий восьмилетний период (с 2005 по 2012 гг.).

Анализ интенсивности действия представленных выше факторов показывает, что средняя цена нефти на рынках европейских стран на этапе с 2013 по 2020 гг. может располагаться в диапазоне 350 – 370 долл./т у.т. или 70 – 75 долл./баррель.<sup>1</sup>

Цена газа в 2013 – 2020 гг., как и раньше, будет зависеть от цены нефти, но между этими ценами сохранится заметное отличие (табл. 2).

Степень такого отличия, очевидно, не будет такой большой, как в 2010 – 2012 гг. (в 1,59 раза). Можно предположить, что это различие составит 1,5 в среднем за период с 2013 по 2020 гг.

Тогда при предполагаемой цене нефти в 350 – 370 долл./т у.т. средняя цена газа на рынках европейских стран в этот период может составить 230 – 250 долл./т у.т. или 260 – 280 долл./тыс. м<sup>3</sup>.

Таблица 2

Возможная динамика цен на нефть и газ в среднем по странам Европы

Годы	Средняя цена нефти		Средняя цена газа		Соотношение цен (нефть/газ)
	долл./баррель	долл./т у. т.	долл./тыс. м <sup>3</sup>	долл./т у. т.	
1993 – 2002	22	110	100	87	1,26
2003 – 2012	74	370	283	246	1,50
в том числе:					
2010	92	460	272	237	1,94
2011	109	545	390	339	1,61
2012	111	555	401	349	1,59
2013 – 2020 (прогноз)	70 – 75	350 – 370	260 – 280	230 – 250	1,5
2021 – 2030 (прогноз)	85 – 90	420 – 450	340 – 370	300 – 320	1,4

<sup>1</sup>Здесь и ниже по тексту все предполагаемые показатели цен на углеводороды даются по курсу доллара США в 2012 г.

Факторы, работающие на снижение цен в период с 2021 по 2030 гг. (в добавление к перечисленным выше факторам:

- появление и быстрое развитие новых (всё более эффективных) технологий извлечения труднодоступных запасов нефти;
- возрастающая доля личного и общественного транспорта, работающих на альтернативных (светлым нефтепродуктам) видах энергоресурсов (электроэнергия, сжатый метан, сжиженные газы);
- рост доли нетрадиционных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и некоторое увеличение доли угля в общем балансе энергоресурсов, например, для европейских стран т.д.

Факторы, увеличивающие цены на нефть для периода с 2021 по 2030 гг., следующие:

- заметный рост потребностей в нефтепродуктах в Китае, в Индии и в большинстве развивающихся стран;
- снижение доли добываемой легкодоступной нефти т.д.

Для периода времени с 2021 по 2030 гг. можно предполагать, что, несмотря на «сланцевую революцию» в добыче углеводородов, факторы, работающие на увеличение цен на эти ресурсы, будут превалировать над факторами снижения цен, правда, такое превалирование не должно быть существенным. Прирост средней цены на нефть в европейских странах в рассматриваемый период по сравнению со средней ценой в 2013 – 2020 гг. (70 – 75 долл./баррель) не должен быть более 10 – 15 долл./баррель (табл. 2). Тогда сама средняя цена нефти в период с 2021 по 2030 гг. составит 85 – 90 долл./баррель или 420 – 450 долл./т у.т.

Что касается ожидаемой средней цены газа в европейских странах в 2021 – 2030 гг., то для этого периода разница в ценах на нефть и газ должна быть несколько меньше той разницы, что принята на период с 2013 по 2020 гг. (в 1,5 раза). Прежде всего, это обосновывается ожидаемым ростом установленных мощностей парогазовых (ПГУ) электростанций, использующих природный газ, и расширением использования газового топлива на транспорте вместо нефтепродуктов. Можно предположить, что средняя цена газа в европейских странах с 2021 по 2030 гг. будет ниже цены нефти в 1,4 раза. В таком случае ожидаемая средняя цена газа на рынках европейских стран в указанный период будет равной 300 – 320 долл./т у. т. или 340 – 370 долл./тыс.м<sup>3</sup>.

Предполагаемое снижение средней рыночной цены нефти в этих странах в 2013 – 2020 гг. по сравнению со средней ценой в 2005 – 2012 гг. отрицательно скажется на доходах России от экспорта нефти. Кроме того, ожидать роста годовых объёмов добычи нефти в России в период до 2020 г. достаточно сложно.

Более того, анализ показывает, что к 2030 г. годовой объём добычи нефти в России может уменьшиться по сравнению с настоящим временем. Из-за ожидаемой меньшей цены и отсутствия перспектив для резкого роста объёмов добычи нефти в это время в России доходы государства от экспорта нефти в период с 2021 по 2030 гг. будут меньше, чем в настоящее время.

За пределами 2014 – 2015 гг. приходится ожидать снижения доходов и от экспорта российского газа в европейские страны. Такое возможно как за счёт

ожидаемого довольно резкого снижения экспортной цены газа по сравнению с ценами в 2010 – 2012 гг., так и за счёт снижения объёмов экспорта этого газа.

При ожидаемом снижении рыночных цен на газ в европейских странах могут заметно возрасти трудности с освоением запасов в новых районах его добычи в России (п-ов Ямал, п-ов Гыдан, шельф Баренцева и Карского морей), а тем самым появятся трудности с обеспечением энергетической безопасности нашего государства. Трудности эти связаны с двумя основными причинами.

1. Уменьшение инвестиционных возможностей газовой отрасли и экономики страны в целом для реализации крупномасштабных, очень дорогих проектов освоения указанных запасов газа (запасы располагаются в зонах с тяжёлыми природно-климатическими условиями и удалены от существующей газотранспортной сети). Произойдёт это вследствие ожидаемого снижения доходов от продажи российских углеводородов на внешних рынках (о чём и говорилось выше).

2. Возрастающий экономический риск освоения новых районов газодобычи в период до 2030 г. Существо дела здесь в том, что фактическая себестоимость добычи и транспорта российского газа из новых районов газодобычи в европейские страны может оказаться примерно равной или даже выше ожидаемой рыночной цены на газ в этих странах. В такой ситуации, по крайней мере, с позиций экспорта российского газа целесообразность освоения указанных новых месторождений газа теряется.

К 2020 г. себестоимость добычи и транспорта газа до границ Германии может составить (табл. 3), долл./тыс. м<sup>3</sup>:

- с п-ова Ямал 170 – 190;
- газа с шельфа Карского моря 240 – 260;
- газа с месторождений Гыданского полуострова 210 – 230.

К 2030 г. себестоимость добычи и транспорта газа до границ Германии может составить, долл./тыс. м<sup>3</sup>:

- для ямальского газа 270 – 310;
- для газа с шельфа Карского моря 390 – 420;
- для газа Гыданского полуострова 340 – 370.

В то же время, сегодня и в перспективе до 2030 г. газ — основа системы топливо-энергоснабжения потребителей России. В настоящее время около 50 % всей электроэнергии в России вырабатывается на тепловых газовых электростанциях. В приходной части баланса котельно-печного топлива (КПТ) нашего государства на газ приходится, примерно, 70 %, а в европейской части России и на Урале доля газа в балансе КПТ доходит до 80 – 90 %, а в отдельных субъектах РФ — до 95 – 100 %.



Таблица 3

Ожидаемые цены на газ в европейских странах и себестоимость добычи и транспорта российского газа из новых районов добычи в этих же странах

Средняя цена на газ в европейских странах по периодам времени, долл./тыс. м <sup>3</sup>		Себестоимость добычи и транспорта российского газа до границ Германии (среднее значение без таможенных сборов)		
		период времени, годы	район добычи	долл./тыс. м <sup>3</sup>
2003 – 2012 гг. (факт)	283	если бы газ добывался в 2010 г.	п-ов Ямал	115
2010 – 2012 гг. (факт)	355		шельф Карского моря	156
2013 – 2020 гг. (ожидаемое)	275	2020 г.	п-ов Гыдан	136
			п-ов Ямал	180
			шельф Карского моря	250
2021 – 2030 гг. (ожидаемое)	350	2030 г.	п-ов Гыдан	220
			п-ов Ямал	300
			шельф Карского моря	420
			п-ов Гыдан	365

Ориентировочно к 2020 г. возможности относительно недорогим способам компенсации уровней снижения добычи газа в ныне действующих районах России будут исчерпаны. Нужен выход в новые районы газодобычи, но уже с позиций требований энергетической безопасности нашего государства. Тогда гораздо острее возникнет вопрос об освоении запасов газа на п-овах Ямал, Гыдан и на шельфе Арктики и наличием требуемых инвестиций для такого освоения.

Смягчить данную ситуацию в какой-то степени помогут меры производственно-технического характера, инновационная и инвестиционная деятельность, направленная на увеличение производственных возможностей энергетических отраслей. Важна интенсификация всех видов энергосбережения с целью ослабления напряженности энергетического баланса страны. Необходимо обеспечить ускоренное развитие угольной и атомной энергетики, энергетики на возобновляемых источниках.

Радикально избежать негативных последствий, о которых идет речь, или хотя бы минимизировать масштабы их реализации помогут только незамедлительно принятые меры глобального характера:

- в период высоких экспортных цен на российский газ и значительных объемов его экспорта (ориентировочно до 2017 г.) срочное перенаправление значительной доли доходов от продажи углеводородов на финансирование проектов по выходу на новые газовые месторождения арктической зоны (п-ов Ямал, п-ов Гыдан, шельф Карского моря);

- реструктуризация экономики России в направлении сокращения доли энергоемких производств и увеличения вклада в ВВП наукоёмких, высокотехнологичных производств, интеллектуальных и социальных услуг с

соответствующим сокращением экспорта ТЭР и ослаблением соответствующей зависимости экономики.

Представленная картина вполне вероятна, она получена на основании ряда предположений и ориентировочных оценок как в отношении ожидаемых цен на газ на внешних рынках, так и в отношении ожидаемой себестоимости добычи и транспорта газа с газовых месторождений новых районов до границы с Германией. Чтобы убедиться в степени её реальности и необходимости принятия конкретных шагов, нужна скрупулезная проработка следующих вопросов:

- динамики спроса на газ внутри России до 2030 г.;
- динамики спроса на российский газ на внешних рынках до 2030 г. с учётом реальных перспектив развития «сланцевой революции» в мире;
- уровней добычи газа на ныне действующих месторождениях и требуемых темпов освоения новых газодобывающих районов в России до 2030 г.

Анализ перечисленных выше проблем может быть выполнен с привлечением следующих организаций:

- Минэнерго России в качестве координатора работ (возможно через ведомственную структуру ФГБУ «Российское энергетическое агентство»);
- ОАО «Газпром» с участием ОАО «Газпром ВНИИГаз» как квалифицированной организации в области добычи и магистрального транспорта газа;
- Российской академии наук с участием ИСЭМ СО РАН как организации с большим опытом работы в сфере системных исследований в энергетике с учётом проблем надёжности топливо- и энергоснабжения потребителей.

Результаты упомянутого выше анализа могут оказать существенное влияние на ключевые моменты разрабатываемой сегодня энергетической стратегии России до 2035 г.

**Рецензентом по вышеизложенному докладу выступил В.В. Бодрухин** — руководитель департамента энергетической безопасности и специальных программ ФГБУ «РЭА» Минэнерго России. В своём выступлении **В.В. Бодрухин** отметил следующее.

В докладе рассматривается два вопроса. Первый — это возможный баланс нефти, газа и угля до 2030 г. в зонах торговых энергетических интересов России (европейские страны, страны азиатско-тихоокеанского региона, Северная Америка) на фоне развития отраслей, связанных с получением нетрадиционных энергоресурсов, включая «сланцевую революцию».

Второй вопрос касается проблем обеспечения энергетической безопасности самой России в связи с возможным снижением рыночных цен на углеводороды в европейских странах, в т. ч. и из-за «сланцевой революции».

Первый вопрос в докладе рассматривается очень кратко. Здесь по-крупному показана лишь предполагаемая динамика изменения разницы между объёмами производства и потребления первичных энергоресурсов (а именно — для нефти, газа и угля) до 2030 г. для упомянутых выше регионов. И это, видимо, правильно, т. к. этому вопросу сегодня уделяется довольно большое внимание в публикациях у нас в

стране и за рубежом. Показанные здесь результаты в целом представляются логичными.

Второй вопрос рассматривается в докладе более глубоко. Здесь помимо результатов количественной оценки возможного уровня изменения цен на углеводороды в европейских странах до 2030 г., убедительно показана возможность того, что себестоимость добычи транспорта газа Ямала и шельфа северных морей до границ европейских стран может оказаться примерно равной или даже выше ожидаемых рыночных цен на газ в этих странах. Естественно, в таком случае будут иметь место значительные препятствия финансового характера освоения новых районов газодобычи.

Кроме сокращения поступлений в госбюджет уже сегодня, сказанное может резко осложнить решение проблем обеспечения энергетической безопасности страны за пределами 2017 – 2020 гг., когда возможности по компенсации снижения объёмов добычи газа в ныне действующих районах (практически все они работают в режиме падающей добычи) будут исчерпаны. Без освоения новых районов здесь никак не обойтись. Иначе газа не будет хватать и на экспорт и на внутреннее потребление. А газ сегодня и в рассматриваемой перспективе есть и останется основой топливно-энергоснабжения потребителей внутри России. Половина электроэнергии в нашей стране вырабатывается за счёт газовой генерации, доля газа в балансе котельно-печного топлива в целом по стране составляет 70 %, а в районах Урала и европейской части страны эта доля доходит до 80 – 95 %. Переход потребителей газа в больших масштабах на другие виды топлива за относительно короткий период времени (5 – 10 лет) невозможен. Поэтому вопрос относительно ожидаемых трудностей освоения новых районов газодобычи, поднятый в докладе, чрезвычайно важен и заслуживает самого серьёзного внимания. Нужны кардинальные меры на уровне руководства страны. Однако принятие таких мер требует скрупулезной проверки всех тех оценок, что даны в докладе.

Такая скрупулезная проверка невозможна без выполнения комплексных научно-исследовательских работ, что и представлено в конце доклада.

С докладом «Сланцевый газ в системе энергообеспечения: сырьевая база, проблемы освоения, экономическая эффективность, перспективы» выступил к.т.н. **Д.А. Крылов** — главный научный сотрудник НИЦ «Курчатовский институт».

Ниже изложены основные положения доклада **Д.А. Крылова**.

Когда в 2012 г. широко распространилась информация о том, что доля нетрадиционной добычи газа в США достигла четверти (по итогам 2012 г. добыча сланцевого газа составила 37 %), **В.В. Путин** на заседании Госдумы заявил, что сланцевый газ несёт серьёзную опасность для России. Он сказал «это может серьёзно переключить структуру рынка углеводородов, и отечественные компании уже сейчас должны это учитывать».

**В.В. Путин** на заседании комиссии по ТЭК в октябре 2012 г. потребовал от чиновников серьёзно относиться к сланцевому топливу. Он предложил ОАО «Газпром» проанализировать рынок и подумать над изменением экспортной политики, проанализировать произошедшие на рынке изменения.



В США рентабельно добывают сланцевый газ. За счёт продажи попутно извлекаемых компонентов даже при низких внутренних ценах на газ в США это становится выгодным.

Дело в том, что цены на попутно извлекаемый при добыче сланцевого газа газовый конденсат, следуют за нефтяными котировками. Так как цены на нефть высокие, то и продажа конденсата «помогает» газовой добыче. Сейчас безубыточность добычи газа (определяется себестоимостью добычи и нормой прибыли в 10%) в США составляет в среднем 200 долл./тыс.м<sup>3</sup>. А биржевые котировки находятся на уровне 130 долл./ тыс. м<sup>3</sup>. Высокие цены на газоконденсатповышают рентабельность добычи «жирного» газа.

В США по шести наиболее изученным сланцевым месторождениям компонентный состав сланцевого газа следующий: содержание метана — 86,2 %, этана — 4 %; пропана — 1 %; CO<sub>2</sub> — 3,2 %. На сланцевом месторождении Marcellus (с объёмом технически извлекаемых ресурсов около 4 трлн м<sup>3</sup>) процентное содержание этана в газе с востока на запад этого месторождения увеличивается с 3 до 16,1 %, а пропана с 1 до 4%.

Сейчас почти 100 % геологоразведочных работ в США на сланцевый газ нацелены на газовый конденсат. Фактически 20 % наиболее продуктивных скважин в США обеспечивают общую рентабельность добычи газа.

В апреле 2012 г. средняя цена газа на споте в трубопроводном узле HenryHub достигала 70 долл./тыс. м<sup>3</sup> и все первое полугодие 2012 г. держалась ниже 90 долл./тыс. м<sup>3</sup>. Газораспределительный пункт HenryHub служит ценовой площадкой для фьючерсных контрактов газа на бирже.

В 2012 г. для промышленных потребителей в США газ стоил всего 136,6, против 340,7 долл./тыс. м<sup>3</sup> в 2008 г. При этом средняя цена газа для домохозяйств в США в 2012 г. составила 377 долл./тыс. м<sup>3</sup>.

В мае 2012 г. в докладе Международного энергетического агентства (МЭА) «Золотые правила золотого века газа» представлены прогнозные ресурсы газа по основным газодобывающим странам. По оценке МЭА мировые ресурсы сланцевого газа составляют 715 трлн м<sup>3</sup>. А технически извлекаемые ресурсы сланцевого газа в 32 странах составляют 187 трлн м<sup>3</sup>. Запасы сланцевого газа в России (10 трлн м<sup>3</sup>) меньше, чем в США (24 трлн м<sup>3</sup>), Китае (36 трлн м<sup>3</sup>), в Аргентине (22 трлн м<sup>3</sup>) и в Мексике (20 трлн м<sup>3</sup>).

В докладе «Золотые правила золотого века газа» МЭА предвидит глобальную экспансию сланцевого газа: ожидается, что его годовая добыча к 2035 г. утроится и составит 1,6 трлн м<sup>3</sup>, что обеспечит более трети мирового потребления. Прогнозируется, что США и Китай станут лидерами по производству газа за счёт разработки нетрадиционных его видов (труднодоступный газ, сланцевый газ и метан угольных пластов), а России останется лишь «почётное» 3-е место». При этом доля газа из нетрадиционных источников в общей мировой добыче возрастет с сегодняшних 14 до 32 % к 2035 г. Это произойдет, если в мире будут соблюдаться золотые правила добычи нетрадиционного газа. Эти правила сводятся главным образом к жесткому соблюдению экологического законодательства — тщательному выбору места бурения, полному изолированию утечек из скважин, разумному расходу воды. Прогнозы основаны также на предположении, что технологии поиска

и добычи нетрадиционного газа, получившие развитие в США, помогут развитию его добычи в других мировых регионах, но каких-то опорных статистических данных на сегодня нет.

Прогноз МЭА к 2035 г.: газ станет вторым после нефти энергоносителем, сместив на третье место уголь. Доля России и стран Ближнего Востока на мировом газовом рынке снизится с 45 до 35 %.

Рассмотрен в докладе и сценарий невысокой добычи нетрадиционного газа. При наступлении сценария невысокой добычи нетрадиционного газа Россия и страны Ближнего Востока будут в выигрыше и нарастят экспорт газа. Все же точка зрения МЭА такова: сценарий Золотого века газа предпочтительнее, так как обилие нетрадиционного газа сможет преобразовать монополистический рынок газа путём снижения цен на газ, а также диверсификации и повышения безопасности поставок газа.

Сланцевый бум в Америке возник благодаря уникальному сочетанию природных, экономических и политических факторов. В США — либеральное законодательство о недрах и огромное количество заброшенных территорий с инфраструктурой. Чтобы начать буровые работы на этих пустырях, требуется лицензия (получить её несложно) и оборудование (на заре сланцевого бума рынок буровых установок был затоварен, а с дешевыми кредитами проблем не возникало). Введены налоговые льготы для тех, кто занялся сланцами. Повезло США с качеством сланцев — в основном это высокопродуктивные пласты.

В США собственник земли является также владельцем недр, а, следовательно, запасов полезных ископаемых находящихся на его территории. Нет проблем с водными ресурсами и плотностью населения. Это обусловило технологический прорыв, что привело к снижению безубыточности добычи сланцевого газа.

США также выгодно отличаются хорошо развитой местной транспортной инфраструктурой, что позволяет с более низкими капитальными вложениями осуществлять доставку оборудования и материалов до мест бурения скважин.

Рентабельное производство сланцевого газа стало возможным с развитием трёх прогрессивных технологий: горизонтального направленного бурения, гидроразрыва пласта (ГРП) нового поколения и трехмерного сейсмического моделирования. Сочетание этих методов и обусловило сланцевую революцию. Технология 3D-сеймики позволяет составлять трёхмерные модели подземных пластов, что значительно повышает точность бурения. Сегодня в США уже эффективно бурятся горизонтальные скважины длиной до 13 км и на них проводится в среднем до 20 ГРП.

Производительность скважин на сланцевый газ с максимальной величины на начальном этапе эксплуатации за непродолжительное время резко снижается. Поэтому технология разработки сланцевых полей требует постоянного бурения новых скважин. Средний коэффициент истощения сланцевых месторождений пяти основным месторождениям в США составляет около 7 %. Основная сложность в подходах к освоению сланцевых месторождений заключается в определении наиболее продуктивной части формаций, чтобы не бурить большое количество экономически неоправданных скважин.

Опыт сланцевой добычи газа в США показывает, что каждое месторождение требует индивидуального научного подхода и имеет совершенно уникальные геологические особенности, характеристики эксплуатации, а также существенные проблемы добычи.

Важной характеристикой сланцевого газа в США является его близкое расположение к конечному потребителю. Высокая стоимость газодобычи компенсируется низкой стоимостью транзита. Поэтому наиболее высокую норму прибыли в США имеют те компании, которые могут обеспечить экономию на транзите. Сейчас сланцевый газ в США поставляется в основном для электроэнергетики.

По прогнозу Агентства энергетической информации США (EIA) в США на долю сланцевого газа в 2035 г. придется 49 % добычи природного газа.

В США сейчас кризис перепроизводства угля. Цены на уголь упали. Энергокомпании разрывают контракты по поставкам угля, так как их склады уже заполнены углём до отказа. На ТЭС предпочитают сжигать газ. Экспорт американского угля в Европу по низким ценам приводит к вытеснению с европейских ТЭС природного газа. В США активно идёт процесс замещения угля газом в электроэнергетике. С 2005 г. по 2011 г. доля угля на ТЭС упала с 50 до 42 %, а доля газа выросла с 19 до 24 %.

Во многих регионах США избыток дешёвого газа привел к падению цен на электроэнергию до 2 – 4 центов за 1 кВт·ч. В Новой Англии оптовые цены на электроэнергию составляли в феврале 2012 г. 3 – 4 цента за 1 кВт·ч, тогда как в 2006 – 2011 гг. среднее значение для этого месяца было 6 – 8 центов за 1 кВт·ч.

Американские нефтегазовые компании рассчитывают поставлять излишки сланцевого газа на зарубежные рынки. Из недавнего импортера газа США превращаются в нетто-экспортера. Импорт сжиженного природного газа (СПГ) в США с 22 млрд м<sup>3</sup> в 2007 г. упал до 4 млрд м<sup>3</sup> в 2012 г. В США сейчас строятся заводы по производству СПГ, а терминалы, появившиеся на побережье США в расчёте на импорт СПГ, переформируют в экспортные. Единственный действующий завод СПГ на Аляске в начале 2011 г. решили закрыть из-за нерентабельности, но после аварии на АЭС Фукусима возобновили поставки газа в Японию (0,8 млрд м<sup>3</sup> в 2012 г.).

Заявленные планы по строительству терминалов по экспорту СПГ из Северной Америки на настоящий момент составляют 270 млн т — больше, чем нынешний объём мировой торговли сжиженным газом. По прогнозу EIA экспорт газа из США в 2030 г. может составить 132 млрд м<sup>3</sup>.

Из-за насыщенности газом внутреннего рынка с 2009 г. страна начала реэкспортировать СПГ, который ранее ввозила. Объём реэкспорта только за 2011 г. вырос на 55 %, до 1,12 млн т. По статистике Минэнерго США за три месяца страна импортировала 1,14 млн т СПГ и реэкспортировала 0,22 млн т. И если средняя цена импорта в зависимости от страны-отправителя составляла 2,16 – 4,13 долл./млн британских тепловых единиц, то цена реэкспорта в Бразилию составляла 10,1, в Индию – 10,5 и в Японию – 12,33 долл./млн британских тепловых единиц.

Дешевизна газа на рынке США и Канады означает, что промышленные компании получают преимущество в цене энергии в 60 – 70% по сравнению с

конкурентами. В восточных штатах США стоимость газа для промышленных потребителей примерно на 30 % ниже, чем в Германии, и на 60 % ниже, чем в Великобритании. Химический концерн BASF уже объявил о широкой экспансии в США: с 2009 г. компанией было направлено более 5,7 млрд долларов в новые инвестиции в Северной Америке. Перспектива долгосрочно низких цен заставляет промышленные компании задуматься об инвестициях в расширение мощностей в США. Дженерал электрик и Боинг начали сокращать рабочие места за рубежом, увеличивая производственные мощности в пределах США. В результате дешёвый газ может стать локомотивом реиндустриализации США.

Разработка сланцевых месторождений связана с рядом экологических проблем:

- нарушением поверхностного слоя почвы;
- вредом, наносимым шумом и пылью при сооружении системы энергоснабжения промысла и устройства подъездных путей;
- ущербом животному и растительному миру;
- ущербом водоносному слою.

Основная опасность для экологии при добыче газа заключается в использовании для ГРП, большого количества химикатов. Некоторые компании используют для ГРП соляно-кислотный раствор, загущённый с помощью полимера. Для одной операции ГРП используют 80 – 300 т химикатов, которые смешиваются с водой и песком. В настоящее время для одной операции ГРП требуется до 4000 т воды и 200 т песка.

В некоторых штатах США и в ряде европейских стран выражаются протесты против добычи сланцевого газа. Однако важно отметить, что преобладавшая в Европе тенденция ввода моратория на ГРП в первые годы начала деятельности по разведке и добыче газа, постепенно ослабевает. В 2012 – 2013 гг. запрет на ГРП снят в Великобритании, Германии и Румынии и пока сохраняется только во Франции и Болгарии.

Ранее энергетические компании США были избавлены от некоторых норм по сохранению окружающей среды при добыче сланцевого газа. В 2005 г. вице-президент США Дик Чейни пролоббировал законодательство список исключений, чтобы позволить компаниям заниматься ГРП.

В настоящее время в США приняты федеральные законы, регламентирующие основные природоохранные аспекты при разработке сланцевого газа:

- закон об охране водной среды;
- о безопасности питьевой воды;
- об охране воздушной среды.

Закон о национальной политике в области охраны окружающей среды предусматривает проведение тщательного анализа возможного влияния на природу при разведке и добыче полезных ископаемых.

По мнению американских специалистов, экологические проблемы, связанные с освоением сланцевого газа, поддаются решению в пределах отработанных технологий защиты окружающей среды. Добывающие компании начали принимать меры по снижению экологического воздействия при добыче газа. Определённые

успехи уже достигнуты: более тщательно герметизируются скважины для исключения просачивания загрязнённой воды и химикатов через стенки скважин.

Проблема загрязнения грунтовых вод исследована геологической службой США. В январе 2012 г. в опубликованном геологической службой отчёте изложены результаты анализов питьевой воды в районе добычи сланцевого газа в штате Арканзас. Анализ проводился на наличие концентраций метана, хлорида и изотопов углерода. Результаты показали, что содержание хлорида оказалось не выше, чем в анализах воды в том же районе, сделанных до сланцевого бурения в период 1951 – 1983 гг. Концентрация хлорида в пределах двух миль от сланцевой скважины была такой же, как и за пределами этой зоны. Концентрация метана и изотопов углерода в воздухе соответствовала средним показателям естественных биологических процессов в данной области. Итоговое заключение сводится к тому, что признаков изменения среды питьевой воды под влиянием бурения скважин не обнаружено. Проблема утилизации отработанной жидкости сейчас решается одним из трёх способов: закачиванием в глубокие отработанные скважины, повторным использованием в буровых операциях или обработкой в очистительных установках.

Темпы роста разработки запасов сланцевого газа за пределами США и Канады существенно отстают в других странах. Главные проблемы, встающие перед потенциальными производителями сланцевого газа, — сложная геология газовых коллекторов и отсутствие необходимой инфраструктуры. Наиболее серьёзными проблемами, связанными с разработкой сланцевого газа, если речь идёт не о территории США, являются:

- получение доступа к разрабатываемым площадям;
- недостаток буровых установок и квалифицированного персонала;
- сложный доступ к источникам воды и забота об охране окружающей среды при обращении с промышленными сточными водами;
- недостаток финансовых ресурсов;
- необходимость сооружения соответствующей инфраструктуры для обеспечения транспортировки газа.

По мнению аналитиков весьма маловероятно, что в Европе добыча сланцевого газа сможет развиваться аналогичными темпами, как в США. Перед европейскими странами лежит долгий путь становления отрасли, прежде чем они смогут обеспечить производство существенных объёмов газа и сформировать соответствующую инфраструктуру, необходимую для снижения себестоимости добычи газа.

В заключении следует отметить, что сланцевый газ оказывает воздействие не только на развитие США, но и на мировую экономику в целом. Секреты успеха в добыче сланцевого газа в США аналитики связывают не столько с глубинными геологическими, сколько с «наземными» факторами. Преимущество деловой среды в США обеспечивает необходимые и достаточные условия для активной разработки и быстрого внедрения технологических достижений. Среди них мощный сервисный сектор, обширный парк бурового оборудования, острая конкурентная среда в индустрии, стимулирующая технологические инновации, частное землевладение, ускоряющее доступ к перспективным участкам, благоприятная налоговая и

регулирующая среда, которая подогревает интерес инвесторов. Такова логика прогресса.

**В обсуждении докладов приняли участие:**

Академик РАН **О.Н. Фаворский**— руководитель Секции энергетики Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН, член-корр. РАН **А.Ф. Дьяков**— председатель научного Совета РАН по проблемам надёжности и безопасности больших систем энергетики, председатель Научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС», академик РАН **Э.П. Волков** — генеральный директор ОАО «ЭНИН им. Г.М. Кржижановского», академик РАН **А.А. Саркисов**, д.т.н. **В.В. Бушуев** — генеральный директор Института энергетической стратегии, д.т.н. **Б.И. Нигматулин**— первый заместитель генерального директора Института проблем естественных монополий.

1. Академик РАН **Э.П. Волков** в своём выступлении указал на то, что благоприятные объективные условия в США обеспечили резкий рост добычи сланцевого газа. Пик добычи сланцевого газа в США следует ожидать через 5 – 7 лет. Затем после 2020 г. объём добычи, скорее всего, будет снижаться. Если же к тому времени будут разработаны технологии сжижения сланцевого газа без его предварительной очистки, то в этом случае это будет действительно технологический прорыв, в значительной мере влияющий на экспорт СПГ из США.

Сейчас же ситуация с добычей сланцевого газа поддерживается большим количеством проданных фьючерсов, ориентированных на значительные объёмы добычи сланцевого газа. Однако стоимость этих фьючерсов не обеспечена фактическими объёмами добычи сланцевого газа, и рынок этих фьючерсов переполнен. Такая ситуация напоминает финансовую пирамиду, однако она пока поддерживается мощной финансовой системой США.

Равновесная цена сланцевого газа в США составляет 110 – 120 долл./тыс. м<sup>3</sup>.

Для России добыча сланцевого газа не является приоритетной задачей. Необходимо развивать добычу традиционных нефти и газа и, конечно, главная задача — это развитие экономики. Нашей стране нужна диверсифицированная экономика, нам надо перестать жить за счёт экспорта нефти и газа.

Академик РАН **Э.П. Волков** в своём выступлении осветил также проводимые ОАО «ЭНИН» работы по созданию энерготехнологических установок по комплексной переработке сланцев.

2. Академик РАН **А.А. Саркисов** указал на то, что России угрожает не «сланцевая революция», а невосприимчивость нашей экономики к новым технологиям.

3. Генеральный директор Института энергетической стратегии д.т.н. **В.В. Бушуев** в своём выступлении отметил следующее.

Начало масштабной добычи сланцевого газа в других странах само по себе не угрожает энергетической безопасности России. «Сланцевая революция» — это, прежде всего, политическая и психологическая, а не технологическая революция. Для нас внешний рынок нефти и газа точно будет сокращаться, и это должно заставить нас задуматься о возможных путях смягчения этой ситуации.

Стремительный рост добычи сланцевого газа в США и спорные, но все-таки серьёзные перспективы экспорта американского опыта в другие регионы отражают



новую реальность, которая складывается на наших глазах под воздействием следующих факторов:

- постоянное совершенствование технологий добычи сланцевого газа;
- развитие добычи нетрадиционных углеводородов в странах, куда мы экспортируем свои традиционные углеводороды;
- стремление стран-импортёров нефти и газа к ресурсной регионализации и к снижению зависимости от импорта;
- воздействие на рынок газа низких цен, установившихся на HenryHubc 2008 г.

Все ведущие импортеры энергоресурсов нацелены в ближайшие 15 – 30 лет на резкое снижение (в развитых странах) или, по крайней мере, заметное торможение роста (Китай, Индия) доли импорта во внутреннем потреблении энергоресурсов. Во-первых, — за счёт поиска новых источников энергии: возобновляемых источников энергии (ВИЭ), атомной генерации или нетрадиционных углеводородов. Во-вторых, — за счёт роста энергоэффективности производства, транспорта, хранения, распределения и конечного потребления энергоресурсов, в т. ч. путём повсеместного внедрения интеллектуальных систем управления.

Этот объективный процесс, с одной стороны, России выгоден, поскольку себестоимость энергии из ВИЭ и нетрадиционных источников углеводородов пока весьма высока, — а с другой стороны, он подрывает наши долгосрочные позиции на зарубежных рынках.

Конкурентная среда сгущается и уплотняется, а конкурентоспособность российских углеводородов тем временем быстро падает за счёт постоянного роста эксплуатационных издержек. И именно это снижение конкурентоспособности, вызванное отнюдь не внешними причинами, и является основной угрозой сокращения для России внешних рынков углеводородов.

4. Член-корр. РАН **А.Ф. Дьяков** в своём выступлении отметил следующее.

Ситуацию с резким подъёмом добычи сланцевого газа необходимо рассматривать не только в политическом аспекте, но и с точки зрения возможного сокращения нашего экспорта углеводородов в другие страны. Опасность заключается в том, что если «сланцевая революция» снизит цены на газ, то наша экономика будет не в состоянии компенсировать потери для бюджета.

Рост добычи сланцевого газа угрожает не энергетической безопасности страны, он несёт угрозы государственной безопасности России.

Необходимо с учётом роста добычи сланцевого газа за рубежом постоянно выполнять оценку запасов углеводородов, совершенствовать технологии добычи нефти и газа в направлении снижения их себестоимости, устанавливать оптимальные объёмы добычи нефти и газа.

К сожалению, в нашей стране нет организации, занимающейся проблемой сланцевого газа и оценкой его влияния на экономику страны.

5. Д.т.н. **Б.И. Нигматулин** отметил, что России, прежде всего, угрожает высокая цена на природный газ, избыточные инвестиции в атомную энергетику и газопроводы в Европу. В скором времени цена на газ не будет связана с ценой на нефть. В Европе цена на газ будет падать. Рост добычи «тяжёлой» нефти в США приведёт к тому, что США откажется от импорта нефти.

Необходимо снизить варварское сжигание газа. В России нет своих парогазовых установок (ПГУ), нашей стране нужна новая индустриальная революция.

#### **Совместное заседание ОТМЕЧАЕТ:**

1. Сланцевый бум в США возник благодаря уникальному сочетанию природных, экономических и политических факторов. Сейчас себестоимость добычи сланцевого газа выше, чем себестоимость добычи традиционного газа. Проигрывая традиционному газу в стоимости добычи, сланцевый газ выигрывает в США за счёт того, что он добывается рядом с районами потребления, что обуславливает низкие затраты на его транспортировку.

Высокий уровень добычи сланцевого газа в США обеспечивается широким использованием методов горизонтального бурения с закачиванием химических веществ в скважину для проведения гидроразрыва пластов (ГРП). У сланцевого газа слабая концентрация в продуктивных пластах, и для увеличения газоотдачи требуются густая сеть скважин и использование технологии ГРП. Жидкость для ГРП чрезвычайно токсична. Поскольку для типичного случая ГРП счёт идёт на миллионы галлонов закачиваемой под землю смешанной с токсичными химикатами воды, происходят случаи утечки разрывающей жидкости в окружающие породы.

Причиной масштабного использования ГРП в США было принятие в 2005 г. Конгрессом США закона, выводящего процесс ГРП из-под надзора Агентства охраны окружающей среды США (EPA), осуществляемого в рамках Закона о безопасности питьевой воды. Таким образом, нефтяная и газовая промышленность является единственным видом промышленности США, которой EPA разрешает закачивать под землю опасные материалы без их проверки непосредственно вблизи подземных запасов питьевой воды. Во время нахождения на посту вице-президента **Дик Чейни** сделал все, чтобы EPA дала «зеленый свет» значительному увеличению числа сланцевых газовых скважин в США.

Однако новые технологии добычи сланцевого газа чрезвычайно непопулярны в обществе, а их широкое использование поддерживается высокими ценами на углеводороды. Падение цен на углеводороды может быть решающим фактором для снижения добычи дорогого сланцевого газа.

2. Месторождения сланцевого газа в силу геологических причин исчерпываются очень быстро, и нефтегазовые компании (BP, Chesapeake Energy, Anadarko Petroleum, Chevron и ряд других) стремятся как можно быстрее извлечь максимальное количество сланцевого газа. Учитывая быстрые темпы истощения скважин и низкий коэффициент извлечения газа, некоторые производители сланцевого газа, начиная с августа 2012 г., стали продавать свои активы.

Вполне возможно, что сланцевый газ повторит судьбу угольного метана со значительным падением прироста добычи при продолжительной эксплуатации месторождений.

3. Активная разработка нетрадиционных углеводородов может привести к тому, что в ближайшие 5 – 10 лет изменится соотношение между крупнейшими производителями газа в мире. Так, в число крупных производителей сланцевого газа кроме США и Канады могут войти Китай и страны Южной Америки.

Стремление стран-потребителей к диверсификации поставок углеводородов может привести к снижению спроса на российские углеводороды.

4. Разработка и освоение технологии сжижения сланцевого газа без его предварительной очистки значительно повысит рентабельность экспорта сжиженного сланцевого газа из США.

Организация экспорта сжиженного сланцевого газа из США и Канады, а также возможные поставки невостребованного рынком США природного газа в виде СПГ из Аляски несёт высокие риски аналогичным проектам России, которые рассчитаны на масштабный экспорт СПГ в Японию, Китай и Южную Корею. Поэтому необходимо серьёзное исследование рисков снижения экспорта углеводородов из России.

5. Разработка сланцевого газа у нас в стране не так актуальна, хотя технология многостадийного ГРП может пригодиться для использования во многих случаях. Однако риски «сланцевой революции» — серьёзная причина для корректировки стратегии развития российской газовой отрасли, снижения издержек производства и транспорта российского природного газа.

Наиболее важными проблемами для нашей страны являются:

- высокая стоимость природного газа;
- нерациональное использование попутного газа, которого сжигается до 50 – 60 млрд м<sup>3</sup>/год;
- отсутствие масштабного строительства электростанций с использованием ПГУ, позволяющим существенно экономить природный газ;
- избыточные инвестиции в строительство газопроводов в Европу и атомную энергетику.

6. Энергетической безопасности России угрожает не столько «сланцевая революция», сколько общее технологическое отставание нашей страны, отсутствие новых технологий. Указанное отставание России снижает конкурентоспособность отечественной экономики и угрожает государственной безопасности страны.

**С заключительным словом и по проекту решения выступил Председатель научного Совета РАН по проблемам надёжности и безопасности больших систем энергетики, Председатель Научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС», член-корр. РАН, д.т.н., профессор А.Ф. Дьяков.**

**А.Ф. Дьяков** предложил создать рабочую группу по выработке решений настоящего совместного заседания. В рабочую группу должны войти все докладчики, участники обсуждения и заинтересованные участники заседания.

**Заслушав доклады, замечания и предложения членов Советов и приглашенных специалистов, выступивших в дискуссии, Совместное заседание РЕШИЛО:**

1. Рекомендовать Минэнерго России, Минэкономразвития России, Минпромторгу России, ОАО «Газпром», Российской академии наук инициировать проведение НИР для дополнительной проработки следующих вопросов:

- ожидаемая динамика спроса на газ внутри России до 2030 г.;
- ожидаемая динамика спроса на российский газ на внешних рынках до 2030 г. с учётом реальных перспектив развития «сланцевой революции» в мире;

- ожидаемые уровни добычи газа на ныне действующих месторождениях и требуемые темпы освоения новых газодобывающих районов в России до 2030 г.

2. Рекомендовать Минэнерго России, ОАО «Газпром», Российской академии наук выполнить перечисленные выше НИР с привлечением Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, ФГБУ «Российское энергетическое агентство», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ООО «НИИгазэкономика», Института энергетической стратегии и ИНЭИ РАН как наиболее квалифицированных организаций в области исследования проблем развития топливно-энергетического комплекса, надёжности топливо- и энергоснабжения потребителей, а также добычи и транспорта природного газа.

Первый заместитель Председателя  
Научно-технической коллегии  
НП «НТС ЕЭС», д.т.н., профессор



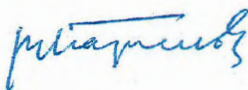
В.В. Молодюк

Ученый секретарь  
Научно-технической коллегии  
НП «НТС ЕЭС», к.т.н.



Я.Ш. Исамухамедов

Ученый секретарь Совета РАН по  
проблемам надежности и безопасности  
больших систем энергетики, заведующий  
отделением ОАО «Энергетический  
институт им. Г.М. Кржижановского»,  
д.т.н., профессор



В.А. Баринов