

## Ресурсосбережение: основные задачи и направления ресурсосбережения в нефтяной и газовой промышленности

А. Н. Дмитриевский<sup>1</sup>

Получено 28 апреля 2010; опубликовано 14 мая 2010.

В статье обсуждаются основные задачи и направления ресурсосбережения в нефтяной и газовой промышленности в нашей стране с середины XX в. до наших дней. Рассказывается о проблемах российской экономики, связанных с ресурсосбережением; о проблемах развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК) РФ. Имея не менее одной трети мировых запасов природного газа, Россия во многих отраслях не обладает эффективными технологиями его использования. В статье обсуждается Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Согласно данной стратегии, богатый ресурсный потенциал страны будет использоваться для обеспечения надежного и бесперебойного снабжения топливно-энергетическими ресурсами внутреннего рынка, а также обеспечения перехода экономики страны к инновационному развитию. **КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ресурсосбережение; энергоресурсы; нефтяная и газовая промышленность.

**Ссылка:** Дмитриевский, А. Н. (2010), Ресурсосбережение: основные задачи и направления ресурсосбережения в нефтяной и газовой промышленности, *Вестник ОНЗ РАН*, 2, NZ5002, doi:10.2205/2010NZ000015.

Понимание важности экономного и эффективного в масштабе национальной экономики расходования ресурсов впервые стало осознаваться в связи с развитием машиностроения и ставшей особенно острой в середине XX века задачей “металлосбережения” в масштабах национальной экономики. В то же самое время, задачи металлосбережения не носили комплексный характер и зачастую приводили к повышению расхода других, считавшихся менее значимыми материалов, включая энергоносители. В 1970-е годы задачи ресурсо- и энергосбережения обострились в связи с разразившимся мировым энергетическим кризисом. Быстрый рост мировой экономики в 1980–90-е годы, использовавшей для этого не возобновляемые энергоресурсы (нефть, природный газ и каменный уголь), в свою очередь привел и к масштабному наращиванию их добычи и потребления.

В настоящее время только энергоемкость – один из компонентов совокупной ресурсоемкости валового внутреннего продукта (ВВП) России в 4–5 раз превосходит энергоемкость промышленно развитых стран (США, Япония, стран ЕС). Все это заставило руководство бывшего СССР еще в 1970-е годы обратить внимание на проблему экономного расходования энергоресурсов. Однако, низкие внутренние цены на нефть, газ и уголь, при нали-

чии их значительных запасов, позволили СССР избежать последствий мирового энергетического кризиса без проведения жестких энергосберегающих мер, использовавшихся в США и в других промышленно развитых странах. К таким мерам прежде всего относились модернизация энергоемких технологий, введение организационно-экономических мер и законодательная поддержка ресурсосбережения.

Переход к рыночной экономике в России постепенно привел к повышению внутренних цен на энергоносители, а созданные ранее энергорасточительные технологии в перерабатывающих, обрабатывающих отраслях, на транспорте и в ЖКХ значительно снизили конкурентоспособность отечественных технологий и производств. Понимание важности энергосбережения в новых рыночных условиях заставило руководство разработать две федеральных целевых программы в 90-е годы и в начале XXI столетия. Однако, их результаты не привели к существенным переменам в росте энергоэффективности, хотя был отмечен некоторый рост энергоэффективности с темпом 1,0–1,2% в год. Он был обусловлен не только ростом цен на энергоресурсы и увеличением доли неэнергоемких услуг в ВВП, но и стремлением многих предприятий избавиться от элементов затратной экономики. Но в целом значительных перемен в росте энергоэффективности российской экономики достигнуто не было. Одновременно с этим, задачи ресурсосбережения как такового были фактически проигнорированы в масштабах промышленности страны: предполагалось, что рациональ-

<sup>1</sup>Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия

ный уровень расхода ресурсов всех видов на единицу ВВП определит рынок.

В 2000-х гг. национальная экономика России оказалась перед следующими вызовами, связанными с ресурсосбережением:

- необходимость повышения эффективности использования всех видов ресурсов на внутреннем рынке, и прежде всего, топливно-энергетических ресурсов, – в русле общего курса на модернизацию экономики страны;
- потребность в дальнейшем развитии экспортного потенциала отечественного топливно-энергетического комплекса (ТЭК) в условиях ужесточающихся ресурсных ограничений и увеличения стоимости освоения новых запасов нефти и газа;
- повышение конкурентоспособности Российской экономики благодаря сокращению избыточных издержек производства;
- обеспечение эффективного вклада России в устойчивое развитие, включая соблюдение государственных квот на выбросы парниковых газов в рамках международных соглашений – действующих и новых;
- необходимость разработки и осуществление единой корпоративной политики вертикально-интегрированных компаний по всему технологическому циклу – от добычи углеводородного сырья до его потребления в быту и промышленности.

Энергосбережение неотрывно связано со своего рода обратной задачей – организацией ресурсосбережения в самом топливно-энергетическом комплексе, и прежде всего, сокращения потерь нефти и газа по всей технологической цепочке. В перспективе стоит практическая задача обеспечения минимально возможных потерь ресурсов.

Топливо-энергетический комплекс России находится среди лидеров: 2-е место после США по производству энергетических ресурсов и 3-е по их внутреннему потреблению (после США и Китая). Если производство энергетических ресурсов в целом соответствует промышленному потенциалу России, то внутреннее потребление, и особенно показатель энергоэффективности (определяемой как отношение ВВП к объему потребляемых энерго-ресурсов в т.н.э.), значительно отстают от стран-лидеров.

Располагая не менее 1/3 мировых запасов природного газа, Россия во многих отраслях не обладает эффективными технологиями его использования. Более 90% природного газа используется в качестве энергоносителя и лишь незначительная часть как исходное сырье для получения продуктов газохимии и производства минеральных удобрений. Существующие технологии использования природного газа в промышленности, электроэнергетике и в бытовом секторе отличаются высокой расточительностью, уступая в эффективности (ккал/ед. создаваемого продукта) лучшим зарубежным технологиям в 1,5–3,0 раза.

В настоящее время более 80% природного газа, добываемого в Западной Сибири, направляется в западном направлении для внутреннего потребления в Европейской части России и на экспорт. Потребности Европейской части страны обеспечиваются за счет собственных ресурсов всего на 22%. Однако, в перспективе при освоении ресурсов Прикаспийской низменности, Республики Коми и Баренцева моря добыча природного газа в Европейской части возрастет почти в три раза, что позволит сократить поставки газа из Западной Сибири для внутренних нужд Европейской части страны.

Одним из ключевых факторов стабильного развития экономики России является энергосбережение. В прогнозных расчетах ожидается к 2025 году сокращение энергоемкости ВВП на 55–65%. Это соответствует среднегодовому темпу сокращения энергоемкости в пределах 2,7–3,3%. Если удастся выдержать эти темпы, то к 2025 году разрыв в энергоемкости ВВП в сравнении с развитыми странами сократится до 2,5–3,0-кратного отставания против 4–5-кратного в 2009 году.

За время реализации Энергетической стратегии до 2020 г. (ЭС-2020) ТЭК России развивался в основном в рамках основных прогнозных тенденций, учитываемых в стратегии, хотя при этом наблюдались существенные отклонения в значениях базовых экономических индикаторов развития страны и в сценарных условиях развития мирового рынка энергоресурсов. Так, мировые цены на нефть с 27 долл. за баррель повысились до 94 долл. в 2008 году, а фактический объем экспорта топливно-энергетических ресурсов за тот же период вырос в 1,6 раза. Также были превышены почти на 300% оценки стоимости природного газа, поставляемого на экспорт. При этом объемы добычи нефти и природного газа практически совпали с прогнозируемыми (добыча нефти – 102,4%, добыча газа 104,0).

В рамках принятой в 2009 г. Энергетической стратегии на период до 2030 года (ЭС-2030) намечается расширение единой системы газоснабжения (ЕСГ). Такое наращивание потенциала ЕСГ предполагается осуществлять с учетом перспектив развития действующих и образования новых потребителей. В перспективе протяженность ЕСГ сначала возрастет на 20–22 тыс. км. к 2020 году, а затем этот рост достигнет 30–35 тыс. км к 2030 году. Предполагается реконструкция 40 тыс. км ЕСГ к 2030 году.

Среди перспективных направлений – расширение (а точнее, создание) ЕСГ на Восток. Также будет проводиться газификация городских и сельских населенных пунктов.

Низкие цены на энергоносители в условиях планово-директивной экономики способствовали сохранению затратных технологий, которые во многих случаях оказались неконкурентоспособными в условиях рынка. Устойчивый рост цен на энергоносители, а особенно на нефть и газ, а также приближающееся исчерпание запасов углеводородов существенно обострили проблему сбережения всех видов ресурсов, включая топливно-энергетические. Несмотря на масштабный финансовый кризис, мировые цены на природный газ и нефть остаются достаточно высокими.

Энергетическая стратегия России на период до 2030

года предполагает фактически осуществление ресурсно-инновационной стратегии развития отечественной экономики, при котором богатый ресурсный потенциал страны будет использоваться для обеспечения надежного и бесперебойного снабжения топливно-энергетическими ресурсами внутреннего рынка, а также обеспечения перехода экономики страны к инновационному развитию:

- ликвидация непроизводительных потерь углеводородного (УВ) сырья на всех стадиях технологической цепочки ТЭК, повышение устойчивости снабжения ими внутреннего и внешнего рынков – в краткосрочной перспективе;
- технологическое перевооружение энергетики страны на новые прогрессивные и инновационные технологии в период выхода экономики из кризиса;
- формирование высокотехнологичных производств в нефтегазовом комплексе, в том числе, газохимических комплексов для эффективного использования попутного нефтяного газа в среднесрочной перспективе;
- создание предпосылок для перехода от сырьевой модели развития экономики РФ к инновационной, ресурсосберегающей модели экономического роста и устойчивого развития в средне- и долгосрочной перспективе.

Самые энергоемкие отрасли в РФ – отрасли самого ТЭК: электроэнергетика (150 млрд. м<sup>3</sup> газа в год), ОАО «Газпром» (120 млрд. м<sup>3</sup> газа в год), металлургическая отрасль и ЖКХ. Но это – наиболее укрупненная, общая оценка уровня ресурсосбережения, которая не включает в себя особенности влияния тех или иных технологий ресурсоиспользования и природопользования, а в более краткосрочном периоде – эффективности использования существующих технологий и потребности в дополнительных инженерных решениях, обеспечивающих энерго- и ресурсосбережение, не публикуется. Не приводятся и аналитических оценок ресурсоемкости отдельных технологических процессов и оборудования и, следовательно, резервов для ресурсосбережения в ключевых отраслях отечественной тяжелой промышленности. В перспективе, в связи с модернизацией отечественной экономики, предстоит создать специальную методологию оценки состояния и управления процессом ресурсосбережения, отвечающую современным требованиям.

Основные составляющие организации ресурсосбережения на предприятиях существенно различаются в зависимости от горизонта времени, на который рассчитываются те или иные решения. В кратко- и среднесрочном периоде (срок окупаемости проектов и инженерных решений в пределах 1–3 года) ресурсосбережение будет, как правило, осуществляться за счет организационно-технических мероприятий. В их числе ведущее место занимает сокращение непроизводительных потерь УВ-сырья по всей технологической цепочке нефтяной и газовой промышленности, прежде всего энергосбережение.

Технологическое ресурсосбережение – основной метод управления объемами и эффективностью потребляемых

ресурсов в долгосрочной перспективе. Оно представляется как модернизация основных фондов большинства предприятия ТЭК, где в качестве одного из целевых критериев замены старого оборудования на новое будет фигурировать переход на технологии с более низкими удельными расходами нефти и газа на собственные нужды, включая комплексное использование УВ-сырья во всех технологических процессах. Это один из наиболее капиталоемких процессов, который, возможно, потребует корректировки инвестиционных приоритетов на уровне и нефтегазовых компаний, и в самой стратегии государственного регулирования ТЭК России.

Другим шагом к организации управления ресурсосбережением должен стать анализ потерь энергоресурсов по всей технологической цепочке ТЭК. Применительно к нефтегазовому комплексу, следует выделить основные источники потерь ресурсов, которые характерны для каждой из стадий технологического передела, от скважины до бензоколонки. Следует более детально рассмотреть эти потери, а также основные направления их сокращения, которые могут быть реализованы на предприятиях нефтегазового комплекса.

При добыче нефти, газа и конденсата наиболее существенны следующие виды потерь:

- потери флюида в нефтегазоносном пласте вследствие несовершенства технологий бурения и строительства скважин;
- заземление УВ в пласте вследствие использования несовершенных технологий повышения нефте-, газо- и конденсатоотдачи;
- разливы нефти, утечки и выбросы газа, включая создающие аварийные ситуации на промыслах вследствие конструктивных дефектов и неудовлетворительного состояния нефтегазопромыслового оборудования.

Основными мероприятиями, направленными на их устранение, должны стать совершенствование технологий проведения буровых и ремонтных работ на скважинах, а также совершенствование технологий и методов увеличения нефте- и газоотдачи. Однако в целом эти направления снижения непроизводительных потерь ресурсов следуют в общем направлении модернизации производств в ТЭК.

Среди потерь при промысловой подготовке нефти и газа следует особо выделить сжигание попутного нефтяного газа (ПНГ) в объемах, оцениваемых в 40–60 млрд. м<sup>3</sup> в год. *Воплощая фактом, примером неэффективного использования энергоресурсов остаётся сжигание попутного газа. Загрязняется окружающая среда, и десятки миллиардов рублей превращаются в дым. Правительство ещё раз недавно обратилось к этой теме и обещало покончить с этим безобразием. Действовать нужно решительно и быстро и никаких отговорок от добывающих компаний не принимать.* (Из послания Президента РФ Д. А. Медведева Федеральному собранию от 12 ноября 2009 г.)

Основные направления сокращения потерь ПНГ за счет организационно-технических и технологических ме-

Табл. 1.

Мероприятия	Сроки осуществления	Текущее состояние, меры поддержки
Оснащение действующих и вновь вводимых месторождений узлами учета ПНГ	До 2012 г.	Разработаны Программные документы Правительства РФ. Требуется разработка на их основе руководящих документов, соответствующих ТЭО, и систем финансирования
Расширение мощностей действующих ГПЗ	В соответствии с ЭС-2030 и Концепцией долгосрочного	
Строительство энергетических комплексов на промыслах, работающих на ПНГ	социально-экономического развития регионов России до 2020 г. (Концепция-2020)	Целесообразно развивать государственно-частное партнерство при сооружении новых ГПЗ и ГХК (например, Программа ХМАО по формированию газохимического кластера на базе ПНГ)
Создание системы сбора, утилизации и транспортировки ПНГ, включая сети малотоннажных установок первичной переработки вблизи месторождений		Освобождение от таможенных пошлин вновь ввозимого оборудования в случае импорта установок и технологий, не производимых в России
Создание и испытание мобильных установок конверсии ПНГ в моторные топлива	С 2013–2015 гг.	
Совершенствование технологий извлечения ценных компонентов: серы, фракций С2–С5, гелия из газа, нефти и конденсата на ГПЗ вблизи промыслов		НИОКР, создание опытных образцов оборудования на новых технологических принципах, разработка конструкторской документации на нестандартное оборудование и рабочих чертежей первых промышленных установок
Разработка технологий получения ценных металлов из месторождений природных битумов	С 2013–2015 гг.	

роприятий, которые могут быть осуществлены, приведены в Табл. 1.

Ситуация осложняется дефицитом приборов учета ПНГ, добываемого нефтяными компаниями; далеко не все скважины оснащены соответствующими устройствами. Согласно официальной статистике в 2007 г. в России сжигалось 17–20 млрд. м<sup>3</sup> ПНГ, по данным исследований, проведенных по заказу Всемирного банка – 38 млрд. м<sup>3</sup>.

По расчетам МПР, из-за сжигания ПНГ Россия ежегодно теряет около 139,2 млрд. рублей (консолидированная стоимость жидких углеводородов, пропана, бутана и сухого газа, производимых при переработке попутного газа). Суммарный эффект от переработки ПНГ в стране мог бы составить 362 млрд. рублей в год. В результате горения газа в факелах в России ежегодно образуется почти 100 млн. т выбросов СО<sub>2</sub> (при условии эффективного сжигания всего объема газа). Объем выбросов сажи при сжигании ПНГ оценивается приблизительно в 0,5 млн. т в год.

Помимо мероприятий, указанных в Табл. 1, ряд специализированных инженерных и консультационных организаций предлагает решать проблему утилизации ПНГ

комплексно, как совокупность инвестиционных проектов в области газовой энергетики и химии УВ-сырья. К ним можно отнести производство электроэнергии для собственных нужд на базе существующих ГТЭС и ГПЭС и разрабатываемых малогабаритных когенераторных газовых систем с рекуперацией тепла сбрасываемого газа, а также сепарацию ПНГ с выделением метана и широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ) на основе 3S- и мембранных технологий.

На базе технологий, разработанных или разрабатываемых в ИНХС РАН, ИВТ РАН и ИХФ РАН, возможна переработка ПНГ в промысловых условиях с получением жидких целевых продуктов: синтез-газа в малогабаритных реакторах на базе ракетных и дизельных двигателей и на основе парциального окисления ПНГ.

Возможно построить также малогабаритные реакторы и высокоэффективные катализаторы для конверсии синтез-газа в метанол, синтетическую нефть, ДМЭ, бензин, ароматические углеводороды. Подобная технология может быть внедрена на базе исследований ИНХС РАН, ИВТ РАН, ИХФ РАН, ИОХ РАН, ИК СО РАН. Возможно также получение метанола на основе прямого парци-

Табл. 2.

Среднегодовые объемы добычи ПНГ	Расстояние до ГПЗ, КС, КСП, ЦППН	Расстояние до объектов энергоснабжения	Расстояние до потребителей ПНГ	Рекомендуемые технологии
До 10 млн. м <sup>3</sup>	До 40 км	До 40 км	Не имеет значения	Совместный транспорт нефти и газа до КСП, ЦППН (ВИНК). Использование ПНГ на собственные нужды месторождения
	Свыше 40 км	Свыше 40 км	Не имеет значения	
10–50 млн. м <sup>3</sup>	Свыше 40 км	До 40 км	Свыше 40 км	Строительство газопровода, компрессорный транспорт газа, использование на собственные нужды без выработки электроэнергии. Выработка электроэнергии, использование на собственные нужды. Первичная переработка ПНГ (сухой газ – в населенный пункт, ШФЛУ – сброс в нефтяной коллектор), использование на собственные нужды
	Свыше 40 км	Свыше 40 км	Свыше 40 км	
	Свыше 40 км	До 40 км	До 40 км	
50–150 млн. м <sup>3</sup>	Не имеет значения	Не имеет значения	Не имеет значения	Переработка ПНГ с получением СОГ, СПБТ, газового конденсата, выработка электроэнергии, переработка газового конденсата в топлива

ального окисления ПНГ (технология ИХФ РАН), и одностадийная каталитическая технология производства моторных топлив из газового конденсата, в том числе выскоксернистого (технология ИК СО РАН).

Проекты промышленного использования ПНГ существенно зависят от инфраструктуры (Табл. 2)

К другим источникам потерь при промысловой подготовке сырья, которые также являются весьма обременительными для ТЭК, следует отнести:

- недостаточно полное извлечение ценных компонентов из УВ-сырья месторождений сложного состава, в т.ч. серы, инертных газов, редких металлов;
- утечки и выбросы УВ из промысловых трубопроводов, в т.ч. по причине коррозии и физического износа оборудования;
- потери газа на УКПП, особенно устаревших образцах;
- потери при переработке УВ-сырья на ГПЗ;
- несоответствие физико-химических характеристик сырья оптимальным параметрам технологического процесса;
- испарение сырья и полуфабриката из резервуаров;
- утечки, разливы и аварии как следствие чрезвычайных ситуаций на НПЗ;
- неоптимальные режимы работы технологических установок.

Мероприятия по сокращению этих потерь лежат в области модернизации технологий газо- и нефтепереработки, что во многом учтено новой Энергетической стратегией России.

Потери при транспортировке газа в значительной степени связаны еще и с недостаточно высокой точностью учета транспортируемого по магистральным газопроводам газообразного сырья, что приводит к расхождениям до 3% общего объема транспортировки его по ГТС ЕСГ, или до 21 млрд. м<sup>3</sup> в год.

В настоящее время потребители газовых счетчиков в Европе и тем более в странах СНГ и России оснащаются механическими счетчиками, не имеющими температурной компенсации. Эти счетчики нуждаются в ремонте и требуют регулярного обслуживания.

Для измерения больших объемов газа в коммунальном хозяйстве и промышленности требуются, кроме счетчиков газа, газовые корректоры, включающие в себя датчики давления, температуры, электронные вычислители и другие устройства, позволяющие передавать и анализировать информацию. Поэтому на рынке оказались востребованы как индивидуальные счетчики, так и узлы коммерческого учета газа (УКУГ).

Потери в магистральных трубопроводах обусловлены также следующим проблемами:

- недостаточная сбалансированность ГТС в периоды исключительно высоких и исключительно низких отборов газа;
- потери на КС, ДКС;

Табл. 3.

Мероприятия	Сроки осуществления	Текущее состояние, меры поддержки
Повышение точности учета транспортируемого газа за счет внедрения газовых счетчиков нового поколения	До 2016–2020 гг.	Опытные образцы газовых счетчиков в настоящее время разработаны для сетей низкого и среднего давления. При привлечении внебюджетных средств возможна адаптация таких счетчиков и для систем дальнего транспорта газа
Совершенствование договорных отношений в части обеспечения сбалансированной работы ГТС	До 2015 г.	Необходима выработка согласованных решений в области регулирования деятельности ГТС с участием органов исполнительной власти РФ
Включение в нормативно-методические документы ФСТ РФ параметров нормативного расхода УВ-сырья на собственные нужды	С 2013–2015 гг.	
Развитие малой энергетики на объектах ГТС на базе ГТУ-ГЭЦ малых и средних размеров; Использование энергии, вырабатываемой на ГРС в процессе снижения давления газа, для выработки дополнительной электроэнергии (турбодетандеры)	2013–2030 гг.	Есть образцы достаточно эффективных ГТУ отечественного и импортного производства, постоянно совершенствуются конструкции ГТУ и ищутся новые инженерно-технологические решения
Разработка научно обоснованных рекомендаций по определению режимов эксплуатации ПХГ, обеспечивающих оптимизацию объемов буферного газа и минимизации потерь газа в процессе работы ПХГ	С 2010 г.	Проведение НИР, создание математических моделей и систем мониторинга работы ПХГ на их базе. Возможно привлечение как бюджетных, так и внебюджетных источников с перспективой увеличения доли последних.
Развитие методов аэрокосмического мониторинга и внутритрубной диагностики газопровода	С 2010 г.	

- избыточное стравливание газа при проведении ремонтных работ;
- аварии на ЛЧ магистральных нефте- и газопроводов по причине неудовлетворительного состояния трубопроводов (износ, стресс-коррозия и др.)

Направления их сокращения приведены в Табл. 3 и Табл. 4 (для нефтяной отрасли).

Потери при подземном хранении газа обусловлены такими причинами, как:

- недостаточная точность учета газа на предприятии

Табл. 4.

Мероприятия	Сроки осуществления	Текущее состояние, меры поддержки
Создание объектов малой энергетики на базе малых месторождений нефти	С 2013–2015 гг.	В целом АК «Транснефть» имеет достаточно развитую систему диагностики состояния нефтепроводов и учета затрат, в т.ч. энергетических
Развитие методов аэрокосмического мониторинга и внутритрубной диагностики нефтепроводов	С 2010 г.	

Табл. 5.

Мероприятия	Сроки осуществления	Текущее состояние, направления поддержки
Ликвидация безучетного использования газа при его реализации	С 2010–2011 гг. С 2013–2015 гг.	Все указанные мероприятия согласуются ЭС-2030 по направлениям и срокам. Есть перспективные отечественные разработки в области приборов учета газа. Возможно опережающее по сравнению с ЭС-2030 внедрение данных мероприятий в случае быстрого преодоления экономикой РФ кризисных явлений
Повышение точности приборов учета газа за счет внедрения счетчиков нового поколения, на новых физических принципах	С 2013–2015 гг.	Источники финансирования – федеральный и региональный бюджеты, средства предприятий газовой отрасли предприятий-потребителей газа, включая госкорпорации “Ростехнологии” и “Роснано”
Разработка программных и аппаратных средств для совершенствования режимов работы газораспределительных систем, их интеграции с приборами учета газа и системами управления магистральными газопроводами		

ях по подземному хранению – погрешность большинства работающих приборов учета достигает 3% активного объема ПХГ;

- неоптимальные режимы и недостаточная сбалансированность работы ПХГ, особенно в условиях высоких отборов газа в зимний период и в периоды пиковой нагрузки.

Все это может быть скомпенсировано также совершенствованием технологий учета газа и модернизацией техники и технологии проведения ремонтных работ.

Потери при распределении газа имеют следующие причины (Табл. 5):

- безучетное использование газа в бытовом секторе;
- недостаточная точность учета объемов распределяемого газа – до 3%, включая недостаточную эффективность балансировки газораспределительных систем в периоды исключительно высоких и исключительно низких отборов газа потребителями;
- потери газа на ГРС, включая потери энергии при дросселировании газа;
- стравливание газа при проведении ремонтных работ;
- аварии по причине неудовлетворительного состояния трубопроводов (износ, стресс-коррозия и другие).

Кроме основных источников потерь в традиционных подотраслях газовой промышленности, которые выше были рассмотрены наиболее детально, следует рассмотреть основные направления ресурсосберегающей модернизации основных отраслей-потребителей первичных энергоносителей (нефти и газа) – нефтепереработки, газопереработки, а также электроэнергетики.

России, в стратегическом плане, необходимо повышать роль угля, атома, возобновляемых источников энергии, постепенно снижая роль газа в энергобалансе страны. Для решения этой задачи, по оценке, например, директора Института проблем рынка акад. Н. Петракова, необходимо сосредоточиться на инновационной деятельности по следующим направлениям: Повышение эффективности способов сжигания углеводородов. В технологическом плане тепловой энергетике нужны более эффективные способы сжигания углеводородов (на базе уже известных технологий – газотурбинных, парогазовых, газовых, в твердотопливных котлах кипящего слоя, в классических топках пылеугольных станций, в том числе работающих на так называемых сверхкритических параметрах). Необходимо внедрение новых технологий сжигания угля – за счет предварительного обогащения “тощих” углей, использования низкосортных углей и угольных шламов в виде водоземлюльсионных смесей, вихревых способов сжигания. Нужны и изыскания для развития новых технологий применения угля в различных типах станций с использованием продуктов угольной газогенерации.

Перспектива развития большой энергетики России – парогазовые установки, электрическая эффективность которых всегда выше 50%. Но чтобы поставить производство на поток, нужен внятный сигнал государства о том, что продукция будет востребована и имеет смысл ставить ее в серию. На государственном уровне необходимо ввести законы, которые бы буквально запрещали строить новые газовые электростанции на паровых турбинах и прямо обязали бы при модернизации станций ставить и на ТЭЦ, и особенно на конденсационных станциях блоки ПГУ. Дороговизна газа приведет к еще большему толчку для перехода отрасли на парогазовые установки.

Направление второе – атомная энергетика и реакторы на быстрых нейтронах. Сокращение потребления газа и вывод атомной энергетики на передовые позиции основан на движении в сторону реакторов на быстрых нейтронах, использующих плутоний как запал и природный (необ-

Табл. 6.

Мероприятия	Сроки осуществления	Текущее состояние, меры поддержки
Развитие крупнотоннажной газохимии на базе ПНГ и систем транспортировки продукции первичной переработки ПНГ с промыслов		В настоящее время накоплен широкий потенциал фундаментальных исследований на “стыке” физики, химии и технологий УВ-сырья
Модернизация НПЗ топливного профиля с учетом диверсификации топливной базы теплоэнергетики, в т.ч. за счет развития переработки тяжелых нефтяных остатков в котельно-печное топливо	Начиная с 2015 года возможно реализовать инновационные проекты, что в целом отвечает Энергетической стратегии России на период до 2030 года, и даже опережает ее этапы	Есть технологические и экономические предпосылки для налаживания совместных производств с ведущими зарубежными компаниями в области разработки катализаторов
Получение редких металлов (никеля, ванадия) в процессах переработки тяжелых нефтяных остатков с применением наноразмерных катализаторов		
Новые технологии синтеза изопарафина с использованием “молекулярных сит” для выпуска Евро-4,5		
Переработка “матричной” нефти		Стратегические разработки, касающиеся нанотехнологий, должны производиться преимущественно силами Российских организаций
Разработка программно-аппаратных комплексов для оптимизации режимов работы технологических установок НПЗ и ГПЗ, включая системы защиты потенциально опасных объектов и энергосбережение		

гащенный) уран как топливо. При этом плутоний в процессе воспроизводится и получается замкнутый топливный цикл. В противном случае если в ближайшее время не будет предпринято шагов по внедрению в промышленность “быстрых реакторов”, то можно будет оказаться в стратегически плохой ситуации и своей ядерной энергетики через сто лет у нас может и не быть.

Другие мероприятия, нацеленные на ресурсосбережение в переработке УВ-сырья в топлива, и развитии новых направлений электроэнергетики, отражены в Табл. 6 и Табл. 7.

Здесь важно отметить, что ресурсосбережение в электроэнергетике – в части, ориентированной на перспективные разработки и коренную модернизацию технологий выработки, передачи и использования электроэнергии, непосредственно связано с проведением фундаментальных исследований для ТЭК. По сути, именно выбранная технология закладывает потенциальную эффективность использования топлива в качестве сырья, определяет состав компонентов, их входящие параметры. Поэтому свойства топлива и эффективность его использования необходимо рассматривать применительно к конкретному способу производства энергии. Существует несколько различных, с точки зрения как технологической, так и финансовой эффективности, способов производства электроэнергии. При эксплуатации многих действующих ТЭС рассматривается наименее эффективный способ получения энергии. Более того, уже в указанном маршруте конструктивными характеристиками эксплуатируемых ТЭС определяется наименее эффективный

способ организации сжигания топлива – слоевой и пылевой. Применительно к ГРЭС – утилизация тепла от паровой турбины отсутствует. В том числе, и это обстоятельство определяет коэффициент полезного использования топлива (КПИТ) по эксплуатируемым ГРЭС на уровне ~25%. Современные зарубежные ТЭС – 75% и более. В долгосрочной перспективе, безусловно, альтернативы крупным инвестициям в газо- и энергопотребляющие отрасли как основе сохранения экономического роста, нет.

Если развитие фундаментальных исследований энергетики будущего является стратегическим направлением ресурсосбережения в ТЭК, то тактическим направлением научной проработки ресурсосберегающих решений станет совершенствование проектных работ, связанных в том числе и с модернизацией производства. К основным направлениям совершенствования проектных работ в области ресурсосбережения относятся:

- оптимизация проектных решений, ориентированных на ресурсосбережение и введение ресурсосберегающих критериев в критерии оценки и сертификации новых образцов оборудования и технологий для ТЭК;
- разработка новых физических принципов учета топливно-энергетических ресурсов;
- взаимодействие производителей и разработчиков оборудования с прикладными и фундаментальными научно-исследовательскими школами в области

Табл. 7.

Мероприятия	Сроки осуществления	Текущее состояние, меры поддержки
Совершенствование и разработка новых систем защиты потенциально опасных объектов при возникновении природных и техногенных катастроф		
Разработка, доработки и создание опытно-промышленных образцов новых технологий и технологических установок сжигания и газификации обогащенных углей и водоугольных топлив	С 2010 г. – начало и продолжение	Новым законодательством об энергосбережении и повышении энергоэффективности предполагается бюджетное софинансирование программ энергосбережения и повышения энергоэффективности, представляется целесообразным направлять ограниченные средства прежде всего для финансирования перспективных разработок и новых технологических принципов получения, использования и экономии первичных энергоресурсов
Новые способы передачи электрической энергии на основе эффекта низкотемпературной сверхпроводимости	существующих фундаментальных исследований	
Водородная энергетика – разработка новых безопасных и экономически приемлемых технологий получения и сжигания водородных топлив для нужд энергетике		Есть отечественные разработки на высоком уровне, требуется обеспечить баланс отечественных и импортных технологий, включая поддержку фундаментальных исследований, в т.ч. в области обогащения угля и катализа
Разработка и испытания технологий преобразования нефтяных месторождений в газоконденсатные и газовые за счет энергетических воздействий на пласт		
Развитие гелиевых производств		

энергоэффективности, ресурсосбережения.

К числу возможных мер поддержки ресурсосбережения относятся:

- организационно-экономические;
- законодательно-нормативные;
- технологическая модернизация;
- структурная реорганизация.

Наиболее доступными и не требующими значительных инвестиционных затрат являются организационно-экономические меры. Их особенность состоит в том, что с их помощью осуществляется воздействие только на две основные компоненты технологии: организованный труд и систему управления технологией. При этом сама технология, а также техника и оборудование остаются неизменными, сохраняют свои основные параметры, характеристики и условия назначения.

Среди организационно-экономических мер достаточно быстро сформировался и распространился энергоаудит в форме консалтинга, организующий специалистов и экспертов в мобильные бригады для выявления излишков в энергопотреблении. Их рекомендации для многих

предприятий послужили основой для выработки энергоэффективных регламентов, локальных нормативов и правил использования энергоресурсов. Позже необходимость регулярного выполнения этих мероприятий (металлургические, перерабатывающие технологии) потребовала от предприятий создания специализированных постоянно действующих служб.

Деятельность служб регулирования энергопотребления дополнялась предоставленным им правом выдачи рекомендаций по экономическому стимулированию структурных подразделений, экономно расходующих энергоресурсы.

По оценкам “Энергетической стратегии 2030” к 2030 году потребление топливно-энергетических ресурсов в РФ составит около 2400 млн. т. Экспертные оценки нижней границы потенциала энергосбережения составляют 30–35%, т.е. потенциал энергосбережения находится в пределах от 420 до 470 млн. т. Анализ показал, что наиболее доступными являются организационно-экономические меры, не требующие значительных материальных затрат и способные сэкономить до 20% располагаемого потенциала энергосбережения, т.е. около 80 млн. т.

Необходимый объем инвестиций на выполнение всех мер только по энергосбережению может равняться 250–

300 млрд. долл. к 2030 году. Следовательно, объем инвестиций на организационно-экономические меры может составить к 2030 году 25–30 млрд. долл. Другие направления ресурсосбережения в ТЭК новой Энергетической стратегией России на период до 2030 года предполагаются, но не отражены должным образом, среди них не выделены стратегические направления.

Проекты и программы, как объекты финансирования организационно-экономических и технологических мер по ресурсосбережению, являются основными средствами системного объединения работ по экономии энергоресурсов. Их финансирование возможно путем выделения средств из одного централизованного источника, либо за счет средств, получаемых из различных источников. Такими источниками могут быть финансовые ресурсы различных предприятий, компаний и организаций, заинтересованных в получении результатов поддерживаемых ими проектов и программ.

При модернизации действующих технологий основной потенциал ресурсосбережения сосредоточен в новых технологиях, заменяющих прежние, устаревшие. Речь идет о новом подходе к проектированию технологий на системном уровне. К числу важных отличий и одновременно преимуществ системного подхода к проектированию относятся:

- рассмотрение каждой проектируемой и создаваемой технологии в виде комплексной, организованной технологии, учитывающий как потенциал самой технологии, так и соответствие ему потенциала оборудования, подготовленного персонала и системы управления технологией. Такое проектирование способно обеспечить минимизацию потерь каждой компоненты технологии и обеспечить их согласованность;
- учет характеристик продуктов на входе и выходе технологии с целью минимизации как собственных потерь, так и потерь в смежных с данной технологией;
- анализ и оценка потенциала конкурентоспособности проектируемой и создаваемой технологии с учетом не только существующих аналогов но и ожидаемых в рамках потенциала технологий данного поколения, что позволяет оценивать конкурентоспособность не только в статике, но и в динамике;
- проектирование и последующая модернизация технологий с учетом их жизненного цикла, где своевременно учитываются рубежные точки при переходе от одной фазы (развитие, становление, старение, ликвидация) использования технологий к другой. Это позволяет поддерживать высокий уровень конкурентоспособности и своевременно заменять устаревшие, расточительные технологии.

Государство в лице федеральных и региональных властей признает, что энергосбережение относится к числу национальных целей России, последовательное приближение и достижение которой является основой для

структурной перестройки экономики и перехода ее к новому качественному уровню, обеспечивающему конкурентоспособность, рост производительности труда, увеличение масштабов производства, повышение уровня жизни населения, улучшение экологии и увеличение экономического потенциала страны. Энергосбережение следует рассматривать в качестве одной из составляющих ресурсосбережения, имеющих самостоятельную стратегическую ценность для Российской экономики как в краткосрочной, так и в среднесрочной перспективе. Для более длительных сроков прогнозирования развития Российской энергетики и экономики в целом, следует перейти к представлениям о ресурсосбережении как комплексной технологии.

Комплексные технологии (КТ) – это эффективная в смысле согласованности между собой и с потребителем совокупность собственно технологий преобразования исходных ресурсов, материалов и энергии в конечный продукт, включая необходимые для такого преобразования оборудование и машины, средства контроля и управления ими, а также коллективы людей, организацию их труда. Иначе говоря, КТ – это правила согласования и ориентации целей инновационных решений на совместное и взаимозависимое совершенствование конечного продукта и способов его производства.

На основе анализа и разработки технологий в разных отраслях экономики в работах предложено использовать следующее понятие комплексной технологии. Комплексной технологией, можно считать такую технологию, которая удовлетворяет следующим трем обязательным условиям:

- имеет минимальные (в идеале нулевые) потери продукта на всех промежуточных этапах внутреннего технологического цикла;
- обладает логической согласованностью собственно самой технологии с оборудованием, кадрами и механизмом управления. Под “логической согласованностью” может пониматься наименьшая величина потерь продукта по основным характеристикам технологии, возникающим из-за несоответствия оборудования, не позволяющего достичь теоретически возможных значений показателей, либо несоответствия уровня квалификации, вида специализации и организации труда исполнителей техническим и технологическим требованиям, что ведет к нарушению технологических условий реализации самой технологии;
- отвечает требованиям сопряженности, т.е. оказывает минимальное (либо нулевое) отрицательное воздействие на уровень показателей предшествующей ей технологии и следующей за ней технологии в рамках внешнего (общего) технологического цикла.

В условиях рыночной экономики формирование и разработка инновационных проектов научно-технологического развития должны ориентироваться на:

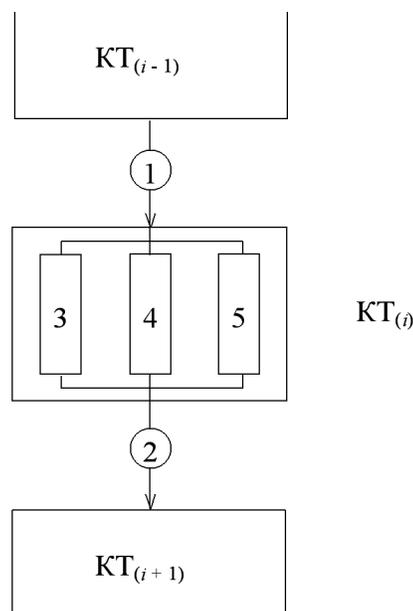
- интересы динамично развивающихся рынков;
- прогрессивное совершенствование технологической структуры экономики с учетом баланса стратегических интересов государства, крупных корпораций, предпринимателей и населения;
- устойчивость целей и долгосрочных интересов хозяйствующих субъектов на рынках;
- достижение существенной научной и технической новизны решений, позволяющей их патентовать;
- эффективное расходование средств на разработку и реализацию программ, включая согласование сроков создания новых продуктов с запросами и возможностями рынка;
- адаптивные изменения в организационной структуре научно-технического и производственного потенциала, и другие.

Объектами применения целевого управления научно-технологическим развитием должны быть процессы обоснования, подготовки и решения проблем КТ. Мероприятия, отличающиеся сложностью обоснования, структуры и способов реализации, обычно характеризуют как проблемы.

Под информационной технологией (ИТ) прогнозирования инновационных решений понимается состав, порядок и способы выполнения процедур по сбору, переработке и анализу информации. Однако учитывая необходимость последующего организационного проектирования прогнозируемых инновационных решений для конкретного заказчика, к ней в производственно-экономических системах относят и внешние элементы, порождающие конкретную ИТ в реальной системе. В состав этих элементов включаются основные понятия, принципы, стадии и этапы, задачи и методы, основные участники, основные функции и их распределение между участниками, организационная структура, схема принятия решений, банки данных и техническое (компьютерное и программное) обеспечение.

Для проведения анализа и оценки КТ первоначально строится поэтапная информационно-логическая модель (ИЛМ) (Рис. 1). Назначение такой ИЛМ состоит в структурно-информационном отображении всего технологического цикла использования (потребления) какого-либо продукта (сложного или простого), либо в цикле создания (производства) какого-либо продукта. Например, для начальных стадий производственного цикла целесообразны ИЛМ потребления природных ресурсов (например, ресурсов углеводородного сырья). Наоборот, для конечных стадий больший интерес представляют ИЛМ производства определенного продукта (например, установки лазерной обработки металлов).

Начальным является этап обоснования потребности в создании новой (либо модернизации действующей) КТ. Исходными для проведения такого обоснования могут быть:



**Рис. 1.** Поэтапная информационно-логическая модель КТ: 1 – информация о составе и характеристиках продукта на входе  $i$ -й КТ; 2 – информация о составе и характеристиках продукта на входе  $(i+1)$ -й КТ; 3 – сведения о способах перевода продуктов из состояния 1 в состояние 2; 4 – сведения о составе и характеристиках оборудования и машин, обеспечивающих реализацию КТ( $i$ ); 5 – сведения о способах организации и оплаты труда, а также о технологии управления КТ( $i$ ).

- предложения комплексного социально-экономического и научно-технического прогноза на долгосрочный период;
- аналитические исследования, проводимые научными центрами в интересах крупных компаний, финансово-промышленных групп, корпораций;
- постановления Правительства и решения федеральных органов по изменению технологической структуры производства и др.

Когда нет однозначного ответа на вопрос о том, какие из технологий требуют замены, должна исследоваться вся соответствующая технологическая структура. Анализ технологических структур может быть выполнен с использованием методов прогноза их развития, дополнен исследованием пропорциональности развития социально-экономических систем, а в ряде случаев и анализом межотраслевого баланса с использованием широкого круга экономико-математических методов. Полученные оценки в виде отстающих в развитии параметров, либо в виде ресурсоемких производств, влияющих на развитие сопряженных с ними отраслей, не дают однозначного ответа на вопрос о том, какая из технологий требует первоочередной замены. Однако проведение расчетов в итеративном режиме и с использованием прогнозируемых вариантов замены элементов технологической структуры позволяет

получить более достоверные оценки о наиболее предпочтительной с точки зрения ее замены.

Анализ и количественная оценка КТ возможны на основе построения ее структурно-аналитической модели. При анализе модели главное внимание заслуживают стоимостные и натуральные оценки различных потерь, возникающих при несоответствии применяемого технологического способа  $F_i^{\text{ТХН}}$  теоретически возможному из-за несоответствия применяемой системы машин и оборудования ( $F_i^{\text{ТК}}$ ) той, которая реализует возможности технологии без потерь и др. Заложенные в САМ возможности позволяют получить следующие оценки пяти видов потерь для КТ:

- $C_{i-1}^{\text{ВЫХ}} = C_{i-1}(Z_{i-1}^{\text{ВЫХ}(-)}, F_i^{\text{ТХН}})$  – стоимостная оценка потерь вектора продукта, включая экологический ущерб и социальные потери, на выходе  $(i-1)$ -й технологии и условия применения  $i$ -й технологии;
- $C_i^{\text{ТХН}} = C_i(F_i^{\text{ТХН}}, \hat{F}_i^{\text{ТХН}})$  – стоимостная оценка потерь вектора продукта при несоответствии применяемой  $F_i^{\text{ТХН}}$  технологии теоретически возможной  $F_i^{\text{ТХН}}$ ;
- $C_i^{\text{ТК}} = C_i(F_i^{\text{ТХН}}, F_i^{\text{ТК}})$  – стоимостная оценка полных потерь, включая потери вектора продукта, повышенные капитальные затраты и др. потери при использовании  $F_i^{\text{ТК}}$  способа машинной реализации (т.е. посредством цепочки машин и оборудования) технологического способа;
- $C_i^{\text{ОТУ}} = C_i(F_i^{\text{ТХН}}, F_i^{\text{ТК}}, F_i^{\text{ОТУ}})$  – стоимостная оценка полных потерь продукта, капитальных затрат, потерь на обслуживание  $F_i^{\text{ТК}}$  машинного способа реализации  $F_i^{\text{ТХН}}$  потерь труда при использовании  $F_i^{\text{ОТУ}}$  способа его организации и соответствующей технологии управления;
- $C^{\text{ВЫХ}} = C_{i-1}(\bar{Z}_{i-1}^{\text{ВЫХ}(-)}, F_{i+1}^{\text{ТХН}})$  – стоимостная оценка потерь продукта на выходе  $i$ -ой технологии и условий применения  $F_{i+1}^{\text{ТХН}}$  технологического способа для сопряженной с ней технологией.

Эти оценки можно определить на основе экспертных оценок и аналитических исследований. “Кортеж”, т.е. вектор оценок  $(C_{i-1}^{\text{ВЫХ}}, C_i^{\text{ТХН}}, C_i^{\text{ТК}}, C_i^{\text{ОТУ}}, C_i^{\text{ВЫХ}})$  в рамках подхода с использованием САМ к анализу  $i$ -й КТ, представляет стоимостную оценку возможных видов потерь при ее реализации. Анализ технологических оценок вместе с показателями валовой продукции, производительности труда, прибыли, рентабельности и др. по существу и определяет внешнюю потребность (прогноз рынка) в замене, либо модернизации КТ( $i$ ).

Подготовка и реализация мер ресурсосбережения базируются на инновационных решениях по созданию новых и модернизации действующих технологий и их компонент, включая саму технологию, технику и оборудование, организацию труда и систему управления.

Построение организационно-экономических механизмов ресурсосбережения опирается на учет экономических

интересов потребителей энергоресурсов, а также их стимулирование со стороны федеральных и региональных властей путем влияния на ценообразование ресурсов, налогообложение их потребления, субсидирование, льготное кредитование приобретения энергосберегающего оборудования.

Рассмотрим пример внедрения ресурсосберегающей технологии, обеспечивающей снижение потребления природного газа (газосбережение) применительно к конкретной подотрасли – распределению и реализации газа населению.

В существующей практике распределения газа в бытовом секторе сформировались три “узких места”:

- отсутствуют эффективные приборы измерения и учета поставок газа;
- отсутствует эффективное отечественное оборудование для обогрева помещений, приготовления пищи и получения горячей воды;
- отсутствуют экономические механизмы содействия использованию газосберегающих технологий как для потребителей, так и поставщиков природного газа.

Устранение каждого из существующих “узких мест” в отдельности не приведет к существенной экономии газа. Поэтому следует переходить к созданию и использованию новых газосберегающих технологий, где узкие места устраняются, по возможности, одновременно и комплексно.

Для расчета потребления газа в бытовых целях достаточно счетчика газа. Среди основных участников процесса добычи, транспорта, поставки и потребления природного газа населением можно выделить следующие группы участников рынка:

- производители газа (ОАО “Газпром”, независимые производители);
- Правительство РФ;
- поставщики газа населению (ГРС);
- потребители.

В какой же степени участники газоснабжения и газопотребления заинтересованы в экономии газа и каков этот интерес: экономический, политический или социальный? Ответ на этот вопрос дан в логической схеме согласования целей и интересов правительства РФ, производителей, поставщиков и потребителей газа в эффективном газосбережении.

В связи с исчерпаемостью запасов, их ограниченностью и высокой ценностью газа как эффективного энергоносителя, владельцы газовых месторождений должны быть, по крайней мере, стратегически заинтересованы в долговременных поставках газа. В интересы производителей газа входит высокая цена, приносящая прибыль, своевременная оплата газа, а также экономное расходование газа на собственные нужды.

В принципе перерасход потребителями газа производителей не интересует: им будет оплачен и неэффективно использованный газ. Но есть косвенный интерес производителей в экономном потреблении газа на внутреннем рынке – это экспорт сэкономленного на внутреннем рынке газа, где цена поставки выше, чем на внутреннем рынке.

Больше всех в экономном потреблении газа должны быть заинтересованы конечные потребители – население, промышленность, сельское хозяйство, электроэнергетика и др.

Население заинтересовано в экономном потреблении, но это потребует от них дополнительных затрат на средства измерения и более эффективную технологию сжигания газа.

Решение о переходе к управляемым, эффективным технологиям бытовой потребитель принимает в зависимости от выгоды получаемой им экономии газа. Эта выгода (зависящая от окупаемости затрат) зависит от величины экономии газа, цены газа, стоимости приобретаемого газосберегающего оборудования, его монтажа и удобства обслуживания.

Переход к точному (с погрешностью менее 1%) измерению газа для газораспределительных объектов (ГРО) потребует не только новых промышленных счетчиков, но и создания новых интеллектуальных узлов учета, где необходимо не только точно контролировать расход, но и точно прогнозировать будущее потребление, поскольку недобор или перерасход газа будут подвергаться штрафу со стороны ЕСГ. С другой стороны, неудовлетворение запросов бытовых потребителей также должно штрафовать. Решение задач балансировки и прогнозирования поставок – сложные, но обязательные задачи интеллектуальных узлов учета.

Правительство РФ при решении проблемы газосбережения также не безучастно. Оно заинтересовано в надежных поставках газа и полном удовлетворении запросов потребителей на внутреннем рынке. Неэффективное потребление газа на внутреннем рынке – это резерв для увеличения (сохранения) его экспорта при условии перехода к реальному газосбережению. Также стратегически важно для Правительства содействовать снижению энергоёмкости (точнее – газоемкости) ВВП. Эта цель является одной из обязательных при переходе к инновационной экономике.

Оценка экономического эффекта от использования газосберегающей технологии может быть выполнена на основе использования известных “Методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция)”, в практические расчеты по которой вводятся дополнительные условия и корректирующие уточнения.

Подготовка инвестиционного проекта включает:

- обоснование необходимости, перспектив и характеристик предлагаемой модернизированной технологии потребления бытового газа;
- оценку преимуществ предлагаемой технологии;
- анализ финансовых потоков реализации инвести-

ционного проекта;

- анализ и оценку дополнительных условий по обеспечению эффективности инвестиционного проекта.

Современные газосберегающие технологии не только экономят газ при выполнении бытовых функций, но часто и улучшают сами функции, повышают их качество. Так, газосберегающие децентрализованные технологии подготовки горячей воды и обогрева жилья обеспечивают с высокой надежностью (почти 100%) выполнение этих функций 24 часа в течение всего года в зависимости от интересов потребителя. Этим они существенно превосходят централизованные системы теплоснабжения, надежность которых существенно меньше 100%. Современные децентрализованные системы теплоснабжения в квартирах и коттеджах снабжены дополнительным оборудованием по предотвращению пожаров и взрывов бытового газа.

Финансовый анализ является одним из основных этапов в процессе оценки, выбора инвестиционных проектов с точки зрения соотношения “затраты – прибыль”. Существует три вида анализа: прибыльности, структуры капитала, риска и устойчивости проекта.

Анализ эффективности инвестиций позволяет оценить прибыльность финансовых ресурсов без учета источников финансирования, структуры и динамики финансовых потоков. Финансовый анализ сосредоточен на структуре капитала, ликвидности, источниках финансирования и динамике финансовых потоков на протяжении жизненного цикла проекта. Третий вид анализа позволяет оценить неопределенность при реализации проекта и риски для его участников.

К числу основных участников разработки инвестиционного проекта создания любой ресурсосберегающей технологии, включая и газосберегающие, относятся:

- заказчик (потребитель) проекта;
- инвестор, финансирующий проект;
- орган федеральной власти, отвечающий за направление энергоэффективности (газосбережения).

Для заказчика (потребителя) проекта основными показателями коммерческой эффективности являются: внутренняя норма прибыли (Internal Rate of Return – IRR), простая норма прибыли (Simple Rate of Return – SRR), текущая стоимость (или чистый дисконтированный доход – Net Present Value (NPV) ); поток чистых платежей (Net Cash Flow – NCF), индекс прибыльности (Profit index – PI), уровень безубыточности и др.

Инвестора интересуют следующие показатели коммерческой эффективности проекта: размеры и динамика инвестиций, условия их погашения, внутренняя норма доходности (IRR), оценка потока наличности.

Для органов управления традиционно важнейшими показателями являются размеры налоговых сборов, количество создаваемых рабочих мест, импортозамещение, энергоэффективность, экономичность, ресурсосбережение и др.

Расчеты основных экономических показателей инвестиционного проекта используются при анализе необходимых мер поддержки проекта со стороны структур, содействующих распространению газосберегающей технологии.

Поэтому к основным показателям сравнительной эффективности инвестиционного проекта освоения заказчиком газосберегающей технологии относятся следующие:

Чистый дисконтированный доход за срок жизненного цикла проекта должен быть положительным

$$NPV > 0 \quad (1)$$

Индекс доходности дисконтированных затрат должен быть больше 1:

$$k_{NPV} = \frac{NPV}{\sum_{t=0}^T \left[ \frac{1}{1+\sigma} \right]^t I_t} > 1 \quad (2)$$

где:  $I_t$  – общие инвестиционные издержки в период  $t$ ;

3) Точка безубыточности, когда доход от проекта (в данном случае объем сэкономленного газа + стоимость дополнительных функций технологии) на протяжении определенного момента времени  $t_{\min}$  покрывает издержки по проекту:

$$T_{\min} = \{ \min_t NPV(t) \geq 0 \} \quad (3)$$

$$T_{\min} \geq T_{\text{Зад.}}, \quad T_{\text{Зад.}} = 1 - 3 \text{ года} \quad (4)$$

Ключевым звеном экономического механизма рационального газосбережения являются единство трех элементов:

- объективное измерение потребления природного газа;
- эффективные технологии газосбережения;
- регулируемое повышение цен на природный газ с учетом реальных доходов населения, платежеспособности промышленных потребителей и самоокупаемости расходов на добычу и транспорт природного газа.

Основой экономического механизма рационального газосбережения является установление баланса интересов поставщика и потребителя газа, достигаемого путем:

- объективного измерения расхода газа (т.е. фактического потребления с автоматическим учетом и с учетом приведения расхода к стандартным условиям);
- использования газосберегающей технологии, чувствительной к газопотреблению, когда конечный результат в виде объемов производства товарной продукции однозначно зависит от объективного расхода газа;

- регулирования поставщиком цены газа для обеспечения самокупания поставляемого газа с определенной прибылью и получения потребителем уровня экономии, стимулирующего режим газосбережения.

Хотя среди участников процесса газоснабжения населения нет явных противоречий на пути к газосбережению, сближение интересов всех участников происходит медленно.

Для перехода к продаже газа на внутреннем рынке по свободным ценам необходима не только новая технология поставок газа, но и постоянно действующие экономические механизмы поддержки освоению и использованию газосберегающих технологий.

В состав этих механизмов входит:

- собственно технология поставок газа, исключая товарное кредитование потребителя или неоплаченные им поставки газа;
- эффективная технология точного измерения и учета индивидуальных поставок газа каждому потребителю;
- совершенное газопотребляющее оборудование для обеспечения регулируемого потребления расхода газа в соответствии с конкретными условиями потребителя;
- стимулирование освоения и удержания в практике реального использования газосберегающих технологий;
- строительство нового жилья;
- увеличение децентрализованного теплоснабжения с использованием технологии газосбережения.

Каков потенциал, и что же реально дают газосберегающие технологии продавцу и покупателю газа?

Потенциал энергосбережения, и в том числе газосбережения, как это было отмечено ранее, постоянно возрастает. По оценкам принятых ранее энергетических стратегий общий потенциал энергосбережения имел следующую динамику: 1995 г. – 35–40%, 2000 г. – 37–42%, 2003 г. – 39–47%. Одним из важных сегментов внутреннего рынка газа является потребление газа населением.

Общее потребление газа в коммунально-бытовой сфере СНГ в конце 90-х г. составляло более 53 млрд. м<sup>3</sup> в год, а в 2002 г. в России в этой сфере потребление достигло уже 55 млрд. м<sup>3</sup>. Из-за отсутствия индивидуального учета оплаты фактического потребления газа населением бесплатно расходуются около 30% газа, стоимость которого перекладывается на добросовестного плательщика. Неплатежи и расточительность принимают угрожающие масштабы.

Фактическая обеспеченность России и других стран содружества бытовыми счетчиками газа составляет около 5% от общей потребности.

Действующее Законодательство России и стран СНГ обязывают граждан устанавливать счетчики газа. Закон

об учете сбережения энергоресурсов, в том числе и газа, имеет жесткие условия реализации: жилые, и тем более производственные здания поставщики газа подключают к сети только после установки счетчиков газа. Государственные интересы в области газосбережения и коммерческие интересы поставщиков газа, обусловленные неплатежами за потребляемый населением газ, вызывают значительный интерес к счетчикам, особенно имеющим режим предоплаты.

При анализе сравнительных характеристик потребительских свойств бытовых счетчиков газа использовались данные о 10 типах счетчиков, присутствующих на рынках России (Табл. 8). Среди них 4 выпускаются российскими предприятиями, 4 – зарубежными, 1 – совместным предприятием, 1 – готовится к выпуску. Для проведения сравнительного анализа использовались данные о 4-х счетчиках, имеющих наиболее предпочтительные характеристики.

Наилучшие характеристики имеет бытовой электронный счетчик газа (БЭСГ), незначительно уступающий только по параметру межповерочного интервала. Используемые для сравнительного анализа 7 показателей практически равноценны, но наибольшую значимость имеют 3 показателя: точность измерения, защита от утечки газа и гарантия оплаты на основе использования кредитных карт. Перечисленные показатели потребительских свойств являются базовой основой для разработки счетчиков газа нового поколения.

Эффективная система измерения и учета объема газа на всех уровнях является базой для перехода к измерению и учету газа как основного параметра для коммерческих расчетов.

Проведенные расчеты по оценке срока окупаемости затрат на установку разными группами потребителей бытового счетчика газа свидетельствует о нарастающей динамике эффективности новой технологии. При расчетах использовались три варианта технологий:

- потребитель, оснащенный только 4-х конфорочной плитой;
- потребитель, имеющий газовую плиту и колонку для горячей воды;
- потребитель оснащен газовой плитой, колонкой и котлом-отопителем.

Анализ свидетельствует о быстрой окупаемости затрат на газосбережение крупных потребителей, когда срок окупаемости при 100 долл./м<sup>3</sup> приближался к полугоду.

Оснащение коммунально-бытовых потребителей электронными счетчиками газа нового поколения БЭСГ-4,0 позволяет:

- приблизиться к уровню 100% оплаты за потребляемый газ;
- перейти к объективному измерению потребляемого газа за счет высокой точности (погрешность не более 1,0%) и наличия электронного устройства компенсации и учета различной температуры газа;

- обеспечить безопасное потребление газа за счет оснащения БЭСГ датчиком обнаружения утечек газа и устройством отключения подачи газа при утечках;
- обеспечить предоплату за потребляемый газ путем оснащения БЭСГ электронными картами оплаты;
- значительно снизить затраты на установку, ремонт и поверку БЭСГ по сравнению с использованием механических счетчиков газа;
- создать основу для формирования прозрачной системы оплаты за газ и движения финансовых потоков путем контроля за продажей электронных карт потребителям с использованием персональных компьютеров.

Успешное проведение опытно-промышленных испытаний разработанного бытового электронного счетчика газа послужило основой для принятия решения о промышленном производстве БЭСГ.

Принципиально важным в новой схеме управления ресурсосбережением является ликвидация безучетного использования сначала всех видов энергоресурсов, а впоследствии – интеграция высокотехнологичных средств и систем учета потребления ресурсов в принципиально новые информационно-управляющие системы, способствующие практической реализации ресурсосберегающей политики в России.

Разработка научных основ формирования ресурсосберегающей политики и механизма ее реализации являются объективной необходимостью, обусловленной требованиями, предъявляемыми к реформированию управления ресурсосбережением в народном хозяйстве в условиях перехода к рыночным отношениям.

В России реформирование управления ресурсосбережением пришлось на исключительно сложный период перехода к рыночной экономике. Ресурсосбережение оказалось одной из тех областей хозяйственной деятельности, для которых последствия перехода к рынку носили наиболее деструктивный характер: плановые задания по обеспечению ресурсосбережения были отменены, производства по повторной переработке вторичных ресурсов еще не успели сформироваться, постоянный спрос на сырье на мировом рынке послужил фактором их усиленной продажи, потребность страны в валюте создала ситуацию дополнительной нагрузки на сырьевой потенциал. В этих условиях организация ресурсосбережения на уровне государства сочетается с решением проблем выживания страны, что еще больше актуализирует государственный уровень управления ресурсосбережением, а в связи с этим и разработку научных основ формирования и механизма реализации ресурсосберегающей политики. Не может быть эффективной модели управления ресурсосбережением, если нет концепции, общего видения развития этого процесса.

В индустриально развитых странах, наряду с исчерпанием минерально-сырьевой базы, параллельно и одновременно шли два процесса: формирования ресурсосберегающего типа хозяйства и создания конкурентоспособных товаров и услуг в качестве предложения на мировом

Табл. 8.

Наименование счетчика газа, страна-изготовитель, город, фирма	Потребительские свойства бытовых счетчиков типоразмера G-1.6 / G-2.5 / G-4						
	Погрешность измерения газа в диапазоне 0.04–6 м <sup>3</sup> /ч	Термокомпенсация	Межповоротный интервал (лет)	Защита от несанкционированного доступа	Отпуск газа в режиме “предоплаты” при использовании кредитной карты	Взрывобезопасность помещения	Условия эксплуатации (t и т.д.)
1 БЭСГ-4; Россия, Москва, ООО ПФК “РСТ”	±1.5%	+	7	+	+	+	–25... + 50
2 СГ-1; Россия, Чистополь, ООО ПФК “Бетар”	±3%	–	5	–	–	–	–10... + 40
3 СГМ G-1.6; Беларусь, Минск УП ММЗ им. Вавилова	±3%	–	8	–	–	–	–10... + 50
4 СГД-1; Беларусь, Брест, УП ММЗ им. Вавилова	±3%	–	8	–	–	–	–10... + 50
5 Г-2.5 “Берестье”	±3%	–	8	–	–	–	–10... + 50
6 NPM-G4; Россия, ЗАО “Газдевайс”	±3%	–	10	–	–	–	–40... + 50
7 СГМ-2.3; Беларусь, Минск, УП ММЗ им. Вавилова	±3%	–	8	–	–	–	–40... + 50
8 КГ-4 “Берестье”; Беларусь, Брест, Бел-герм. совм. пред. “Бэмкромгаз”	±3%	–	8	–	–	–	–10... + 50
9 СГК-4; Россия, Владимир, ВПО “Точмаш”	±3%	–	12	–	–	–	–20... + 60
10 GALLUS 2000; Франция, фирма “Actaris”	±3%	–	8	–	–	–	–40... + 80

рынке для закупки сырья по импорту. В экономике нашей страны ни один из этих процессов не развит. В этом особенность поиска выхода из создавшегося положения в нашей стране. В настоящее время в стране нет ни ресурсосберегающей модели экономики, ни единой государственной ресурсосберегающей политики.

Анализ положения дел в вопросе управления процессом ресурсосбережения позволил сделать следующий вывод: в нашей стране концептуального обоснования ресурсосбережения на уровне государственной политики, к сожалению, нет. В дальнейшем это будет выступать мощным источником усугубления дестабилизации хозяйственной деятельности и через нее – на всю стратегию экономического реформирования в России в целом. Основная причина такого положения – отсутствие научного подхода к постановке задачи ресурсосбережения как государственной долговременной политике.

Ресурсосберегающая политика направлена не на процесс ресурсосбережения, как таковой, а на управление этим процессом, на выработку идеологии управления про-

цессом ресурсосбережения, на преобразование существующих производственных отношений в сфере ресурсосбережения и создание условий развития процесса ресурсосбережения. Представляется целесообразным, по мнению автора, дать следующее определение понятия ресурсосберегающей политики: ресурсосберегающая политика – это система управленческих решений, направленная на постановку и решение крупных ресурсосберегающих проблем, имеющих стратегическое народнохозяйственное значение, нацеленная на достижение мирового уровня ресурсосбережения, ориентированная на стабилизацию ресурсообеспечения и повышение конкурентоспособности национальной экономики. Целевой системообразующей задачей здесь выступает триединство задач: достижение мирового уровня ресурсосбережения, стабилизация ресурсообеспечения и повышение эффективности национальной экономики, обеспеченное действиями ресурсосберегающей политики. Этим предопределяются и функции ресурсосберегающей политики. Кроме того, теперь, в условиях развития рыночных отношений,

предприниматели сами регулируют экономию ресурсов в своем производстве, и все намечаемые действия в сфере ресурсосбережения должны быть согласованы с ними.

Как категория, ресурсосберегающая политика может быть конкретизирована и так: ресурсосберегающая политика – это система производства и принятия управленческих решений в сфере ресурсосбережения на государственном уровне, ориентированная на стабилизацию ресурсообеспечения национальной экономики, реализуемая на основе согласования интересов государства, предпринимателей и общества.

Глобальная задача управления ресурсосбережением в России должна, по мнению специалистов ИПНГ РАН, предполагать создание Центра управления ресурсами страны в режиме реального времени на базе:

- активной цифровой модели национальной экономики;
- сети суперкомпьютеров;
- системы ГЛОНАСС.

Формирование глобальной системы управления 2010–2015 гг. – создание пионерных центров управления ресурсами нефти и газа с целью их сбережения и повышения эффективности использования на базе крупных объектов. Необходимо также создание специализированного Центра управления ресурсами в РФ на базе действующих электронных и инфокоммуникационных технологий учета ресурсопотребления.

В рамках становления глобальной системы управления ресурсами в стране, до 2020 г. возможно формирование региональных, местных и отраслевых центров управления и планирования ресурсосбережением. Впоследствии, к 2030 году, на их базе будет создана единая система управления ресурсами на федеральном уровне.

В заключение следует отметить следующее:

Ресурсосбережение, применительно к нефтегазовому комплексу, должно осуществляться в тесном взаимодействии с технологическим перевооружением производства, даже на этапе организационно-технических мероприятий – в этом единство организационных и технологических механизмов управления ресурсосбережением.

Ресурсосбережение начинается на уровне проектирования новых образцов техники и технологий для нефтегазового комплекса; к периоду завершения Энергетической стратегии России (2030 г.)

В основные направления ресурсосбережения в нефтегазовом комплексе необходимо включить энергетическую эффективность оборудования, устройств и помещений, включая те, что используются по всей технологической цепочке отраслей – это сформирует необходимый импульс к модернизации всего производства в нефтегазовом комплексе и ТЭК в целом.

Важной составляющей эффективного ресурсосбережения является совместная работа фундаментальных и прикладных научно-исследовательских школ страны с разработчиками и производителями отечественного оборудования, а также развитие международного сотрудничества в тех областях, где Россия не обладает технологическим лидерством с целью организации инновационных и совместных производств.

Законодательное регулирование ресурсосбережения должно включать как административные, так и экономические (гражданско-правовые) методы регулирования, включая поддержку деятельности малых и средних энергосервисных, энергоаудиторских и венчурных компаний.

---

А. Н. Дмитриевский, Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия (a.dmytrievsky@ipng.ru)