

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

И

2011

№4(72)
август

Водоподготовка



ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЯНАО

Исполнительный директор, к.э.н., Лауреат Нобелевской премии Мира 2007 в составе МГЭИК И.А.БАШМАКОВ¹; исследователь, к.т.н. К.Б.БОРИСОВ¹; ведущий исследователь М.Г.ДЗЕДЗИЧЕК¹; ведущий исследователь, к.т.н. А.А.ЛУНИН¹; исследователь, к.т.н. О.В.ЛЕБЕДЕВ¹
(ООО «ЦЭНЭФ» - Центр по эффективному использованию энергии, г.Москва¹)

АННОТАЦИЯ.

Статья подготовлена по итогам разработки программы энергосбережения и повышения эффективности использования энергии ЯНАО в 2010 г. Методы и подходы по оценке потенциала энергосбережения на региональном уровне были отлажены при подготовке совместного доклада Мирового банка, Международной финансовой корпорации и ЦЭНЭФ по оценке потенциала энергосбережения для России (См. Энергоэффективность в России: скрытый ресурс. Группа Всемирного банка и ЦЭНЭФ. М., 2008; Башмаков И. Российский ресурс энергоэффективности: масштабы, затраты и выгоды // Вопросы экономики. 2009. № 2) и в рамках Проекта ТАСИС «Привлечение инвестиций в энергосберегающие проекты регионов России» для трех регионов Российской Федерации (Свердловской, Тверской и Ростовской областей). Оценки потенциала повышения энергоэффективности, полученные ЦЭНЭФ по этой методике, использованы в качестве официальных в Государственной программе РФ «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности использования энергии на период до 2020 года», одним из основных разработчиков которых являлся ЦЭНЭФ (См. Приложение 1 к Государственной программе РФ «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности использования энергии на период до 2020 года»), а также при разработке программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности Тюменской области, ХМАО, а также Челябинской и Курганской областей в 2010 г.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: энергосбережение, повышение эффективности использования энергии, оценка потенциала энергосбережения ЯНАО, привлечение инвестиций.

EVALUATION OF ENERGY SAVING POTENTIAL IN THE YAMAL-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT

Ph.D. (Econ.) I.A.BASHMAKOV¹; Ph.D. (Tech.) K.B.BORISOV¹; eng. M.G.DZEDZICHEK¹; Ph.D. (Tech.) A.A.LUNIN¹; Ph.D. (Tech.) O.V.LEBEDEV¹
(ООО «CENEФ» - The center for efficient use of energy¹)

ABSTRACT.

The article is prepared on the results of the development program of energy conservation and energy efficiency YAMAL-nenets autonomous district in 2010. Methods and approaches to assessment of energy saving potential at the regional level were organized in the preparation of the joint report of the World bank, the International finance corporation and CENEФ according to the energy saving potential in Russia and in the framework of TACIS Project «Attraction of investments in energy-saving projects in Russia's regions» for three regions of the Russian Federation (Sverdlovsk, Tver and Rostov regions). Evaluation of energy efficiency potential, received CENEФ according to this method, used as an official in the State program of the Russian Federation «Energy Saving and improving the energy efficiency of use of energy for the period up to 2020», one of the main developers of which was CENEФ, as well as in the development of programs for energy saving and increase of energy efficiency of the Tyumen oblast, KHANTY-mansiysky autonomous district, as well as Chelyabinsk and Kurgan regions in 2010.

KEYWORDS: energy saving, energy efficiency improvement, the assessment of the potential energy saving YAMAL-nenets autonomous district, the attraction of investments.

Там, где это было возможно, все энергопотребляющие установки (или их представительная выборка) были распределены по уровню энергетической эффективности. Все установки были разделены на три группы: «зеленую» (самые эффективные, соответствующие «практическому минимальному» удельному расходу), «желтую» (с удельными расходами выше «зеленой» зоны, но ниже «среднего зарубежного» уровня) и «красную» (все установки с удельными расходами выше «среднего зарубежного» уровня).

В работе использованы три основных определения потенциала повышения энергоэффективности. **Технический (технологический) потенциал** оценен при допущении, что все оборудование мгновенно заменяется на лучшие образцы, соответствующие «практическому минимальному» удельному расходу. Технический потенциал показывает только гипотетические возможности энергосбережения без учета затрат и других ограничений на его реализацию. Он может быть оценен как результат «сбрасывания» красной зоны (нижняя оценка) или красной и желтой зон (верхняя оценка). Для оценки технического потенциала повышения энергоэффективности использовалась информация только по уже практически опробованным технологиям. **Экономический потенциал** – часть технического потенциала, кото-

рая экономически привлекательна при использовании общественных критериев принятия инвестиционных решений: нормы дисконтирования 6%, временной цены энергии (экспортная цена природного газа), экологических и прочих дополнительных затрат (например, цены углерода). На реализацию этого потенциала требуется время, определяемое скоростью замены основного энергопотребляющего оборудования. **Рыночный потенциал** – часть экономического потенциала, использовать которую экономически целесообразно при применении частных критериев принятия инвестиционных решений в реальных рыночных условиях (фактические цены на оборудование и энергоносители, налоги и др.).

Существуют три основных различия при оценке экономического и рыночного потенциалов: различаются процедура принятия инвестиционных решений – централизованное или децентрализованное (из-за этой разницы в плановой экономике, при прочих равных условиях, энергоёмкость всегда в два и более раз выше, чем в рыночной); нормы дисконтирования – стоимость денег и восприятие риска (12% для промышленности и 33-50% для домохозяйств); и состав эффектов – реальные, а не временные цены, учет налогов и льгот, включение дополнительных экологических и прочих затрат. Более

¹ 117418, г. Москва, ул. Новочеремушкинская, д. 61 (61, Novocheremushkinskaya str., 117418, Moscow, Russia).

высокая альтернативная стоимость капитала для домохозяйств обусловлена рядом причин: домохозяйства, как правило, менее охотно идут на риск, связанный с инвестициями в энергосберегающие мероприятия; для реализации сколько-нибудь значительных капиталовложений им приходится брать кредиты по процентным ставкам, установленным для частных заемщиков; или, при наличии свободных средств, у них есть более важные (в их глазах) сферы для инвестирования.

Можно выделить еще две градации потенциала повышения энергоэффективности: **информационно-обеспеченный потенциал** – часть рыночного потенциала, оформленная в виде программ, ТЭО или индивидуальных решений, подготовленных по результатам сбора и анализа информации; **финансово-обеспеченный потенциал** – часть информационно-обеспеченного потенциала, относительно которой приняты решения о выделении средств на реализацию мероприятий.

2. Основные источники первичной информации.

Для оценки потенциала повышения энергоэффективности, в первую очередь, использовались данные ЕТЭБ за 2008 г. В условиях отсутствия официальных статистических данных о топливно-энергетическом балансе оцененный экспертами ЦЭНЭФ ЕТЭБ является единственным источником, на основе которого можно рассчитать интегральные индикаторы энергоэффективности в отдельных секторах экономики. Кроме того, для оценки потенциала используются данные о характеристиках удельного потребления энергии для «практического минимума» и для «реального потребления за рубежом». Эти данные взяты из многочисленных зарубежных источников информации¹.

Перечень базовых мероприятий по повышению энергоэффективности существенно превышает число секторов экономики. Во многих случаях было необходимо дополнительно структурировать данные об энергопотреблении за пределы уровня детализации ЕТЭБ: оценить парк и структуру энергопотребляющего оборудования, построить кривые распределения объектов по уровням энергоэффективности. Для таких дополнительных оценок были построены несколько моделей по отдельным секторам экономики для каждого региона. Расчеты по этим моделям позволили оценить эффект от реализации каждого базового мероприятия для каждого региона.

В ряде случаев (жилищный сектор, сфера услуг, транспорт) структура энергопотребления на отдельные нужды (отопление, ГВС, освещение, приготовление пищи, БЭП) определялась на основе применения моделей, описывающих наличие, возраст и удельные характеристики использования энергии разных видов оборудования и зданий. Подобные модели разного уровня сложности применялись для всех секторов экономики и для всех базовых мер по

повышению энергоэффективности. При их построении использовались большие массивы самых различных вспомогательных данных, характеризующих так или иначе наличие и состояние такого оборудования. При отсутствии необходимых данных по какому-либо региону использовались аналогичные данные для других регионов, среднероссийские данные, либо данные логически реконструировались с привлечением дополнительной косвенной информации, утвержденных расчетных методик, данных зарубежных аналогов и данных из других источников.

Для оценки затрат на реализацию мер по повышению энергоэффективности использовалась информация реализованных проектов, энергоаудитов, реальных ТЭО, а также данные специальной литературы.

Для оценки технического потенциала энергосбережения были отобраны более 60 технических мероприятий или групп мероприятий. Этот набор корректируется в применении к каждому из регионов с учетом специфики их экономики и ЕТЭБ и других особенностей, включая климатические. В каждом регионе перечень включает 25 мероприятий, рекомендованных МЭА, но не исчерпывается ими.

3. Особенности определения потенциала повышения энергоэффективности в отдельных секторах экономики.

Для оценки потенциала повышения энергоэффективности в электроэнергетике для газовых тепловых электростанций в качестве «практического минимума» брались удельные расходы топлива при производстве электроэнергии на ПГУ с КПД 60%. Минимальный уровень КПД для тепловых станций, работающих на твердом топливе, принят равным 48%.

При определении минимального уровня потерь в электрических сетях учитывалась структура потребления электроэнергии на разных уровнях напряжения и объемы передачи электроэнергии за пределы региона. Сокращения потерь электроэнергии можно добиться за счет: применения самонесущих изолированных проводов (СИП) и проводов типа «Торсада» на воздушных линиях среднего и низкого напряжения 35-0,38 кВ; применения кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на кабельных линиях высокого, среднего и низкого напряжения; использования проводов нового поколения (Aero-Z); использования сухих трансформаторов с элегазовой изоляцией и/или сухих трансформаторов с литой изоляцией защищенного исполнения; применения блочных комплектных трансформаторных подстанций (БКТП) и/или комплектных трансформаторных подстанций столбового типа (СТП); применения устройств компенсации реактивной мощности; замены физически и морально устаревших счетчиков электроэнергии класса 2.5 и 2.0 на новые современные электронные счетчики электроэнергии класса 1.0 и/или 0.5 (с функциями многотарифного учета электроэнергии, дистанционной передачи данных и возможностью работы в системе АИИСКУЭ); установки АИИСКУЭ с системой диспетчеризации и дистанционной системы оперативного управления электроснабжением.

При определении технического потенциала экономики энергии на котельных за основу принимались котельные на газе с КПД 95% и на прочих видах топлива с КПД 92%. При оценке возможности снижения потерь в тепловых сетях использовались не данные о потерях из статистики, а оценки ЦЭНЭФ. Установка приборов учета приводит к снижению потребле-

¹ Основные использованные источники: *Energy technology perspectives. 2008; Scenarios and Strategies to 2050. OECD/IEA. 2009; Tracking industrial energy efficiency and CO₂ emissions. OECD/IEA. 2007; World best practice energy intensity values for selected industrial sectors. Ernest Orlando Lawrence Berkeley Laboratory. Environmental Energy Technologies Division. June. 2007; J. Sathaye, L. Price, S. de la Rue du Can, and D. Fridley. Assessment of energy use and energy savings potential in selected industrial sectors in India. Ernest Orlando Lawrence Berkeley Laboratory. Environmental Energy Technologies Division. February. 2005; Стратегия использования попутного нефтяного газа в Российской Федерации. Российское газовое общество. М.: 2008; и др.*

ния энергии, но росту доли тепловой энергии, относимой на потери. Этот эффект учтен в расчетах. При оценке потенциала энергосбережения предполагалось, что потери в тепловых сетях будут снижены до 10%.

При анализе возможностей преобразования котельных в теплоэлектроцентрали были исследованы следующие типовые технологии: преобразование газовых водогрейных котлов (муниципальных и котельных производственных предприятий) большой мощности (свыше 400 Гкал/ч) с их полной реконструкцией с ГТУ по сбросной схеме или ПГУ с выводом водогрейных котлов в пиковый режим; преобразование газовых паровых котельных промышленных предприятий (или в незначительном количестве – котельных общего пользования) в ГТУ или ПГУ ТЭЦ; совершенствование тепловой схемы котельных с паровыми котлами с использованием высокопотенциального тепла пара для выработки электроэнергии на потоке ранее дросселированного пара для покрытия собственных нужд котельных; использование ГПА в схеме газовой котельной для выработки электроэнергии для собственных нужд.

Для реализации возможностей этих технологий необходимо проводить специальную политику, стимулирующую развитие территориально-распределенной генерации электроэнергии на базе внешнего потребления тепла для целей теплоснабжения. При этом важно учитывать имеющиеся ограничения: для площадок районных станций теплоснабжения, расположенных вблизи селитебной части городских районов или внутри них, сооружение бинарных комбинированных циклов существенно ограничено жесткими требованиями по организации санитарно-защитных зон. Поэтому преобразование котельных в ТЭЦ может иметь место преимущественно в городских производственных зонах; окупаемость этих проектов с мощностью 12 МВт и выше растягивается во времени, поскольку турбины работают преимущественно на собственные нужды, а выдача излишков электроэнергии в сеть по разным причинам осложнена.

Преобразование крупных котельных (РТС), расположенных в селитебной части городских кварталов, в ТЭЦ с различным профилем оборудования существенно ограничено. Но преобразование котельных промышленных предприятий с разрешенными санитарно-защитными зонами весьма перспективно.

При определении потенциала в промышленности определялся потенциал при производстве энергоемкой продукции и потенциал, получаемый за счет реализации типовых мероприятий для неэнергоемкой промышленности.

В первом случае потенциал определялся за счет сопоставления удельных расходов энергии при производстве конкретных видов продукции. На этом направлении есть несколько затруднений. Например, практическое несовпадение перечня продуктов, по которым есть данные о «практическом минимуме» – лучших зарубежных технологиях, и перечня продуктов, по которым в форме 11-ТЭР даются удельные расходы на производство промышленной продукции в данном регионе. Поэтому по ряду видов продукции проводилось сравнение со средними или лучшими российскими показателями.

В последние годы устойчиво снижается доля фонтанного метода добычи нефти при росте доли насосного и компрессорного методов. Растет доля более энергоемких методов водотеплового, паротеплового воздействия на пласт и газлифтного ме-

тода добычи. В итоге, удельные расходы энергии на добычу 1 т нефти в России выросли на 3%, а в 2008 г. – еще на 4%. По оценкам специалистов отрасли, вместо нынешнего расхода электроэнергии, равново в среднем 100 кВтч на добычу 1 т нефти, лучшие технологии позволяют обойтись 40 кВтч. Аналогичные соотношения имеют место и по расходу тепла. В перспективе до 2020 г., по мере роста доли трудноизвлекаемых запасов нефти и повышения коэффициента извлечения нефти, доля более энергоемких вторичных и третичных методов добычи будет повышаться. Для нейтрализации этого эффекта необходимо, чтобы удельные расходы энергии для каждой базовой технологии нефтедобычи снижались не менее чем на 1% в год. Ставится задача остановить наметившуюся в последние годы тенденцию роста удельных расходов энергии на добычу нефти.

К основным направлениям снижения энергозатрат на нефтяных месторождениях можно отнести²: сохранение, восстановление и улучшение коллекторских свойств призабойных зон скважин; оптимизацию параметров системы разработки месторождений, в том числе подсистемы «водозаборная скважина – ППД – добывающая скважина – транспорт и подготовка продукции скважин»; снижение интенсивности обводнения скважин и объемов прокачки воды в промышленных скважинах; повышение уровня утилизации, использования продукции скважин, снижения ее потерь; повышение КПД промышленных объектов, машин и механизмов, диагностика их технического состояния, оптимизация планово-предупредительных ремонтов. В системах транспорта и подготовки продукции скважин для энергосбережения необходимо разработать и внедрить: технологии, химвагенты, снижающие объемы тепловой подготовки нефти; аппараты и оборудование для уменьшения потерь легких фракций и тепловых потерь; насосы перекачки жидкости с высоким газосодержанием; оборудование, обеспечивающее высокий уровень утилизации газа; оборудование для предварительного сброса воды на кустах; трубопроводы из новых коррозионноустойчивых материалов; технологии подготовки воды; методы повышения приемистости скважин.

Коэффициент технологических потерь по нефтяной отрасли России, по данным Госкомстата, оценивается в 1% от объема добычи, или 5 млн. т. Необходимо его снизить до 0,4% к 2020 г.

В России удельные расходы на добычу газа выросли в 2000-2007 гг. на 18,5%, а в 2008 г. снизились на 11%. Рост удельных расходов отчасти объясняется снижением среднесуточного дебита одной газовой скважины на 21% и ухудшением природно-геологических условий добычи по мере развития добычи в труднодоступных регионах с неблагоприятными климатическими условиями. При сохранении тенденции к снижению среднего дебита скважины удельный расход энергии на добычу 1000 м³ природного газа может продолжать расти. Однако, по оценкам ЛЭНИН, потенциал экономии энергии в добыче газа составляет 32%. За счет совершенствования технологий газодобычи удельный расход может снижаться на 1% в год; таким образом должно быть нейтрализовано действие природно-геологических факторов, повышающих удельный расход энергии при добыче природного газа за счет

² В. Фролов. Оценка энергосберегающих мероприятий в нефтяной отрасли Тюменской области // Энергетическая эффективность. №22. Январь-март 1999.

освоения месторождений в трудных природно-климатических условиях.

Согласно данным Госкомстата, в России доля сжигания попутного газа в факелах выросла с 20% в 2000 г. до 27% в 2007 г. То есть из 65 млрд. м³ валовой добычи попутного газа 18 млрд. м³ сжигается в факелах (по другим оценкам – 20 млрд. м³). Правительство сформулировало задачу снижения доли сжигания в факелах до 5% к 2011 г. за счет изменения ценообразования на попутный газ, введения систем учета, увеличения штрафов, ужесточения лицензионных требований к недропользователям, обеспечения недискриминационного доступа к газотранспортной инфраструктуре³.

Российская статистика приводит данные об удельных расходах энергии в следующих процессах переработки нефти: первичная переработка нефти, гидрокрекинг, термический крекинг, каталитический крекинг, каталитический риформинг, гидроочистка, производство масел, коксование тяжелых нефтяных остатков, каталитический риформинг для получения ароматических углеводородов, производство катализаторов и парекс.

Потенциал энергосбережения в нефтепереработке составляет 49%. Это неудивительно, поскольку 20 из 28 нефтеперерабатывающих заводов работают уже по 40-50 лет, 70% установок НПЗ введены в эксплуатацию более 30 лет назад. По технологическому уровню российские НПЗ находятся на одном из последних мест в мире, а уровень износа оборудования составляет 80%. Прогресс в повышении энергоэффективности в последние годы был достигнут как за счет роста загрузки мощностей нефтепереработки, так и за счет списания части старых избыточных мощностей и строительства новых на более современной технологической основе.

«Энергетическая стратегия России на период до 2020 г.» оценивает рост повышения глубины переработки нефти с 72% в 2008 г. до 81-83% в 2020 г. Процессы глубокой переработки нефти более энергоемки. Если бы удельные расходы энергии соответствовали лучшей мировой практике, то за счет роста доли этих технологий средний удельный расход энергии на 1 т переработанной нефти повышался бы. Однако удельные расходы энергии в России заметно выше показателей лучшей мировой практики. Существенные возможности снижения удельных расходов кроются в каждом из процессов переработки нефти.

В нефтепереработке основными энергосберегающими технологиями являются: внедрение многостадийных обессоливателей, систем автоматического контроля за производственными процессами высокотемпературных ТЭЦ; интеграция технологических процессов; контроль за системами нагрева; предварительный нагрев воздуха; оптимизация секционирования дистилляционных колонн; утилизация газов, водорода и тепла; адиабатические прериформеры; установка конденсатоотводчиков и возврат конденсата; изоляция и ремонт теплопроводов; использование новых моделей горелок; модернизация систем сжатого воздуха, электромоторов, насосного и вентиляционного оборудования⁴.

Возможности экономии энергии за счет реализации типовых мероприятий (внедрения эффектив-

ных электродвигателей, регулируемого электропривода, эффективных систем сжатого воздуха, эффективных систем промышленного освещения, эффективных систем пароснабжения) оценивались на специальной модели.

В России доля применения высокоэффективных двигателей не превышает 2-3%⁵. В стране нет государственной политики продвижения эффективных электродвигателей, нет специальных стимулов для их применения. Напротив, доля двигателей, которые служат уже более 20 лет, довольно велика. Такие двигатели подвергались ремонту, как правило, не менее 3-5 раз, каждый раз теряя по 0,5% и более КПД. В итоге, за срок жизни их КПД снижается на 5-25%. Поэтому их замена на более эффективные дает большой энергосберегающий эффект и экономии на текущем обслуживании в объеме примерно 2-7% от стоимости потребляемой ими электроэнергией.

Средняя загрузка электродвигателя (отношение мощности, потребляемой рабочим органом машины, к номинальной мощности) в отечественной промышленности составляет 0,3-0,4, а в европейской – 0,6. Это значит, что двигатель работает с КПД, значительно меньшим номинального. Завышенная «на всякий случай» мощность двигателя часто приводит к излишнему напору в гидравлических сетях, росту потерь, снижению надежности и т.п.⁶ (в 75% случаев мощность насосов завышена более чем на 20%).

Экономия мощности при применении эффективных электродвигателей в среднем обходится в 670 долл./кВт⁷. К косвенным эффектам от этого проекта можно отнести также повышение ресурса работы двигателей вследствие снижения температуры его обмоток; большую устойчивость к колебаниям; работу с более низким перегревом; пониженный уровень шума; более длительный гарантийный срок службы.

Регулируемый электропривод может эффективно применяться примерно для 40-50% всех электродвигателей. Наибольший эффект его применение дает в приводах непрерывного действия с переменной нагрузкой мощностью двигателя более 3 кВт. По оценкам специалистов, в России оснащение электродвигателей регулируемым приводом составляет 5% от потенциального насыщения рынка⁸. Применение электропривода дает экономию в объеме 10-34% и более⁹. В расчетах использовалась средняя оценка экономии, равная 22%.

⁵ В Китае – 1%, в Индии – 2%, в ЕС – 7%, в США – 70%. *Tracking energy efficiency and CO₂ emissions. OECD/IEA. 2007.*

⁶ Завышение мощности электродвигателя приводит к снижению его КПД и cos φ. С уменьшением степени загрузки двигателя возрастает доля потребляемой реактивной мощности на создание магнитного поля системы по сравнению с активной мощностью и снижается величина cos φ. При снижении нагрузки двигателя до 50% и менее его эффективность начинает быстро падать. См. Руководство по повышению энергетической эффективности в пищевой промышленности. ДЕНА и ЦЭНЭФ. 2002.

⁷ P. Liu. *Motor Market Transformation Program in China. Presentation at CENEf and REMA seminar. Moscow. July 17-18, 2001.*

⁸ Конструктор-машинистроитель. №4. 2008. www.konstruktor.net/Articles/Pdf/EEP.pdf. В США эта доля составляет 9%. *Energy Technology Perspectives. 2006. Scenarios and strategies to 2050. OECD/IEA. 2006.*

⁹ *Tracking energy efficiency and CO₂ emissions. OECD/IEA. 2007; Конструктор-машинистроитель. №4. 2008; Italian energy efficiency action plan. Ministry of Economic Development. July 2007; KEMCO Annual Report. 2007. Экономия электроэнергии при применении регулируемого электропривода в вентиляционных системах составляет 50%, в компрессорных системах – 40-50%, в воздуходувках и вентиляторах – 30%, в насосных системах – 25%. См. Руководство по повышению энергетической эффективности в пищевой промышленности. ДЕНА и ЦЭНЭФ. 2002.*

³ Стратегия использования попутного нефтяного газа в Российской Федерации. Российское газовое общество. М.: 2008.

⁴ E. Worrell and C. Galitsky. *Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for petroleum refineries. An ENERGY STAR Guide for energy and plant managers. Ernst Orlando Lawrence Berkeley Laboratory. Environmental Energy.*

Сжатый воздух является самым дорогим энергоносителем на промышленном предприятии, отчасти потому что системы производства сжатого воздуха являются наименее эффективными: 80% затраченной энергии теряется в форме низкотемпературного тепла при компрессии, а еще около половины оставшейся энергии теряется в отдельных элементах системы, в т.ч. с утечками в системах распределения сжатого воздуха (20-30% потерь), сводя итоговую эффективность всей системы до 10-15%. Системы сжатого воздуха часто проектируются с избытком мощности, что ведет к нестабильности давления и ускоренному износу оборудования.

Потенциал экономии в двигателе компрессора и в регулировании привода уже учтен ранее. Основную часть дополнительной экономии дают такие меры, как реализация программы обнаружения и устранения утечек, децентрализация систем сжатого воздуха, зонирование и реконфигурация воздухопроводов, создание систем хранения сжатого воздуха, установка систем контроля за работой системы, замена или ремонт фильтров, установка шаровых вентилях в системах распределения, утилизация теплоты и др.

Существуют малозатратные меры по экономии энергии при эксплуатации систем сжатого воздуха: снижение потребления и утечек, отключение незадействованных в работе инструментов и оборудования; автоматическое регулирование подачи сжатого воздуха в систему; секционирование системы разводки воздуха к потребителям, организация кольцевой системы воздухопроводов, отключение неиспользуемых ветвей; разделение системы при наличии в ней потребителей с сильно отличающимся давлением; избегание повышения рабочего давления в системе свыше 0,5 МПа, использование теплоты системы охлаждения компрессоров, применение автоматического управления с помощью прямых клапанов очередностью включения компрессоров в зависимости от изменения постоянной времени падения давления в системе (в зависимости от расхода в системе и производительности компрессоров), замена морально устаревших компрессоров (современные компрессоры на холостом ходу потребляют до 30% от номинальной мощности, старые – до 90%), замена, где возможно, сжатого воздуха у потребителя другими энергоносителями, применение автономных компрессоров, сблокированных с потребляющей сжатый воздух установкой¹⁰.

В системах производственного освещения потребляется не менее 5-6% всей электроэнергии, потребляемой в промышленности, за вычетом технологических нужд энергоемких отраслей, или около 172 млн. кВтч. Основные пути повышения энергоэффективности систем освещения: снижение установленной мощности осветительных установок и уменьшение числа часов их работы; замена источников света новыми энергоэффективными осветительными приборами (замена ртутных ламп металлогалогеновыми, замена люминесцентных стандартных ламп типа T12 и T8 на лампы типа T5, использование светодиодов) при сохранении установленных норм освещенности; использование электронной пускорегулирующей аппаратуры (ЭПРА); повышение эффективности за счет максимального использования естественного освещения в дневное время и управления освещением; использование современной осветительной аппаратуры (применение

плечных отражателей на люминесцентных светильниках позволяет сократить число ламп и мощность светильников); применение автоматических выключателей для систем дежурного освещения в зонах временного пребывания персонала. Управление включением освещения может осуществляться от инфракрасных датчиков или датчиков другого типа; окраска поверхностей производственных помещений и оборудования в светлые тона для повышения коэффициента использования естественного и искусственного освещения; содержание светопрозрачных конструкций и осветительных приборов в чистоте; установка защиты от превышения номинальных уровней напряжения. Замена старых светильников на новые, эффективные, с электронной пускорегулирующей аппаратурой, введение систем контроля за освещением при активизации использования дневного света позволяет получить экономию порядка 35%.

Основные меры по повышению эффективности использования пара являются типовыми для разных отраслей промышленности: учет пара, теплоизоляция паропроводов и съемная теплоизоляция для запорной аппаратуры, установка конденсатоотводчиков и возврат конденсата, использование пластинчатых теплообменников и своевременное их обслуживание, использование вторичного тепла (экономия 5-30%), рекомпрессия пара, использование пара, образующегося из конденсата при резком снижении давления, и др. На типичном российском предприятии малозатратные меры дают не более 30% экономии пара при окупаемости 1 год¹¹. В расчетах для модернизированных систем пароснабжения использовалась оценка средней экономии 30%.

Значительная часть транспортируемого газа расходуется в самой газотранспортной системе. Кроме того, есть потери газа в газотранспортной системе. Оценки этих потерь разнятся. По данным Wuppertal Institute, они составляют 0,7% от объема транспортировки газа¹². Это исследование оценивает потери для России в целом в следующих объемах: 379 млн. м³ – утечки; 44 млн. м³ – продувки и 585 млн. м³ – потери в процессах ремонта и обслуживания трубопроводов. Дополнительно к этому в системах компрессоров потери оцениваются в 1,814 млн. м³ (утечки) и 214 млн. м³ (обслуживание). Совокупно это дает оценку 3 млрд. м³. МЭА дает оценку потерь на магистральных газопроводах и компрессорах в России в 2004 г. 6,2 млрд. м³, на распределительных сетях – 5,3 млрд. м³ дополнительно¹³.

По данным ОАО «Газпром», в России насчитывается около 200 газораспределительных компаний и 460 тыс. км газораспределительных сетей, по которым транспортируется более 300 млрд. м³ природного газа. Около 40% этого газа поставляется через сети с низким или средним давлением, на которых утечки равны 1,4-3% от объема транспорта газа, или 4,2-11,4 млрд. м³. Статистически эти потери учитываются как газ, отпущенный потребителям.

По оценкам ОАО «Газпром», потенциал экономии газа за счет сокращения потерь равен 10 млрд. м³. Кроме того, ОАО «Газпром» оценивает возможности

¹¹ Руководство по повышению энергетической эффективности в пищевой промышленности. ДЕНА и ЦЭНЭФ. 2002.

¹² Greenhouse Gas Emissions from the Russian Natural Gas Export Pipeline System. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy in cooperation with Max-Planck-Institute for Germany. Mainz. February 2005.

¹³ IEA: Optimising Russian Natural Gas – Reform and Climate Policy. 2006. www.iea.org/potential.

¹⁰ Руководство по повышению энергетической эффективности в пищевой промышленности. ДЕНА и ЦЭНЭФ. 2002.

снижения утечек на 2,6 млрд. м³ в магистральных газопроводах и на 1,08 млрд. м³ в газораспределительных сетях. По оценке ЦЭНЭФ, потенциал экономии газа в системах его транспорта равен 18 млрд. м³.

По нефтепроводам в России осуществляется транспортировка 1070 млрд. т-км сырой нефти и 32 млрд. т-км нефтепродуктов¹⁴. По мнению главных энергетиков предприятий отрасли, рост удельных расходов на транспорт жидкого топлива по трубопроводам объясняется увеличением скорости перекачки нефти и нефтепродуктов по перегруженным трубопроводам.

Достичь экономии энергии на трубопроводах сырой нефти и нефтепродуктов можно путем установки современных насосов и повышения качества внутренней поверхности трубопроводов, а также за счет перекладки изношенных участков трубопроводов с сокращением аварийности, вызывающей как потери нефти в результате её разлива из поврежденного нефтепровода, так и загрязнения почв и рек углеводородами. По оценкам Ростехнадзора, интенсивность аварий на магистральных нефтепроводах страны составляет 0,25/год на 1000 км трубопровода, а потери нефти при одной аварии составляют в среднем 370 тонн. Суммарно за год теряется до 300 тыс. т нефти.

Потребление энергии и динамику энергоёмкости автотранспортного транспорта по российским регионам определить довольно трудно, поскольку статистические органы не осуществляют сбор необходимых данных и не проводят специальных обследований.

При определении потребления топлива автотранспортом используются данные о парке транспортных средств, а также допущения об удельных расходах топлива автобусами, легковыми и грузовыми автомобилями по его видам (бензин, дизельное топливо, сжиженный и сжатый газ) и их среднем пробеге. Это минимальный набор данных, которые требуются для оценки потребления топлива автотранспортным транспортом. Повысить точность оценки можно за счет использования дополнительных данных по структуре парка транспортных средств: например, разбиение парка автобусов на микроавтобусы, автобусы большой и средней вместимости, или, скажем, грузовых автомобилей по грузоподъемности, – однако, подобная статистика во многих регионах не собирается.

Для оценки потребления топлива транспортом могут быть использованы два подхода: на основании данных по проданному топливу или пройденному транспортными средствами расстоянию. В первом случае, как показывает анализ данных, статистика очень неустойчива и не может считаться достоверной. Во втором – большой массив информации приходится определять экспертно (средний пробег автотранспортных средств, технически исправный парк транспортных средств определенной группы и т.п.), что также снижает достоверность расчета. Сравнение результатов использования двух этих методов позволяет оценить меру неопределенности потребления топлива на транспорте.

В данной работе для оценки потребления топлива автотранспортным транспортом использовались оба подхода. Применение второго подхода базируется частично на статистических измеряемых величинах (количество автотранспортных средств), на нормативных параметрах (эксплуатационные нормы расхода топлива) и экспертных оценках величин (сред-

ний пробег автомобилей, доля российских автомобилей, распределение автотранспортных средств по видам потребляемого топлива и т.п.). Естественно, использование экспертно оцениваемых величин снижает точность расчета, но, тем не менее, дает более надежные оценки, просто потому что статистика по использованию топлива имеет очень низкое качество, характеризуется значительными и рационально необъяснимыми «провалами» по годам.

Реализация технических возможностей повышения экономичности существующих бензиновых автомобилей позволяет снизить удельный расход на 14-27% при дополнительных затратах 1500-1800 долл. на автомобиль, а самые совершенные модели без использования гибридных систем позволяют снизить удельный расход на 28-45% при дополнительных затратах 2800-3400 долл. на автомобиль. Разница в стоимости «традиционного» легкового автомобиля и гибридного оценена в 4000-5600 долларов США¹⁵. В случае автобусов и грузовых автомобилей были введены корректирующие коэффициенты на «обычную» разницу в стоимости автобусов и грузовых автомобилей с легковыми.

Зависимость повышения топливной экономичности автомобиля от дополнительных затрат практически прямо пропорциональная. Повышение топливной экономичности автомобилей обходится в среднем в 50 тыс. руб./т у.т., а по самым эффективным технологиям – примерно в 55 тыс. руб./т у.т.

Наиболее экономичной технологией является использование гибридных автобусов, легковых и грузовых автомобилей (двигатель внутреннего сгорания + электродвигатель). Потенциал оценен из предположения, что весь парк исправных автотранспортных средств переводится на эту технологию. Данный метод не применялся к прочим автотранспортным средствам, поскольку эта категория включает в себя мототранспортные средства (мотоциклы, мопеды и т.п.), в отношении парка которых нет данных, и специальные автомобили, структура которых также неопределенна. Кроме того, потребление топлива данной категорией автотранспортных средств незначительно, и им можно пренебречь.

Гибридные транспортные средства несут в себе технологический потенциал, который, тем не менее, можно еще «добрать», поскольку потребление топлива гибридным автомобилем зависит от стиля вождения и условий движения. При учете технологического потенциала предполагается, что часть его «добирается» за счет развития навыков энергоэффективного вождения и развитого транспортного планирования и логистики. Согласно Национальному Плану повышения энергоэффективности Финляндии¹⁶, энергоэффективный способ вождения автотранспортных средств позволяет экономить 8-12% топлива на легковых автомобилях и около 4% - на грузовиках и автобусах. В данной работе была принята условная оценка в 5%. Наиболее сложной представляется оценка эффектов от рациональной организации транспортного планирования и логистики. В отношении нее также была принята предположительная о 5%-ной экономии топлива¹⁷.

¹⁵ *Energy Technology Perspectives. 2008, p. 439.*

¹⁶ *Finland's National Energy Efficiency Plan (NEEAP 2008-2010). June 2007.*

¹⁷ Коэффициент коррекции базовой нормы расхода топлива при оценке эксплуатационной нормы для городов с численностью населения более 3 млн. чел. равен 25%. В Москве из-за пробок эксплуатационная норма расхода топлива более чем на 30% превышает базовую.

¹⁴ Источник: форма «11-ТЭР» за 2008 г. Росстат 2009.

Потенциал повышения энергоэффективности систем водоснабжения и водоотведения может быть также реализован за счет организации оперативного контроля за технологическими параметрами работы водозаборов; оптимизации работы насосных станций; приведения сооружений в технически исправное состояние; восстановления эксплуатационных свойств, пропускной способности трубопроводов для обеспечения надежного водоснабжения; обеспечения стабильного давления в сетях водоснабжения в период максимального водоразбора, снятия перегрузок с магистральных водоводов и насосного оборудования; обеспечения централизованным водоснабжением новых районов жилой застройки.

Кроме того, в этом секторе оценены возможности экономии энергии на уличном освещении за счет замены светильников на энергоэффективные светодиодные, внедрения автоматизированных систем управления наружным освещением и установки многотарифных приборов учета электроэнергии. Помимо уменьшения потребления электроэнергии существует большой потенциал снижения эксплуатационных расходов по обслуживанию объектов системы наружного освещения за счет увеличения срока службы ламп, уменьшения транспортных расходов, расходов на ликвидацию последствий аварий в сетях и прочих расходов.

Для оценки потенциала в отношении централизованно отапливаемых зданий была принята предположка, что все имеющиеся здания модернизированы в соответствии с требованиями по теплозащите СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Оценка технологического потенциала тепловой энергии, направляемой на цели горячего водоснабжения, производилась на основе норм потребления горячей воды для разных типов потребителей в соответствии с приложениями №№2,3 «Санитарных Норм и Правил» №2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

Потенциал экономии электрической энергии был подсчитан следующим образом. Электропотребление было разбито на потребление: компьютерной техникой (рабочие станции (системный блок + монитор), серверы, телефонные станции, свитчи и коммутаторы, сканеры и ксероксы и др.), системами освещения, системами электроотопления, горячего водоснабжения, а также потребление прочими электрическими приборами.

Для учреждений образования в числе прочих электрических приборов рассматривались электроплиты, электрокипятильники, электроводонагреватели, жарочные шкафы, холодильники, телевизоры и аудио/ видеотехника, кондиционеры, лабораторные стенды и прочие приборы. Для учреждений здравоохранения в числе прочих электрических приборов рассматривались как бытовые приборы (электроплиты, электрокипятильники, электродуховки, телевизоры и аудио/ видеотехника, холодильные шкафы, жарочные шкафы, стиральные машины), так и специализированное медицинское оборудование (автоклавы, центрифуги, рентгенаппараты, стерилизационное оборудование, дезкамеры и пр.). Расчет потенциала экономии электрической энергии по указанному приборам производился из расчета замены всего имеющегося парка оборудования на самые энергоэффективные модели, продаваемые в России.

Расчет потенциала потребления электрической энергии, используемой на освещение, производился при допущении о замене всех неэффективных

ламп на энергоэффективные светильники с электронными балластами и люминесцентными лампами нового поколения (типа T5 со светоотдачей более 90 лм/Вт), замене люминесцентных ламп стандарта T12 (со светоотдачей более 70 лм/Вт) и ламп накаливания на компактные энергосберегающие люминесцентные лампы. Кроме того, модернизация включает системы управления освещением и оптимизацию светораспределения, а также рост использования дневного света. Расчет потенциала потребления электрической энергии, направляемой на пищу приготовления, производился на основании предположки о замене всех электроплит и электроплиток на современные энергоэффективные модели. Расчет потенциала потребления электрической энергии, направляемой на цели горячего водоснабжения, производился на основании предположки о замене всех электроводонагревателей на энергоэффективные и использовании электрических плит для подогрева воды только в период ее отключения на 21 день.

Природный газ используется на цели отопления, горячего водоснабжения и пищевого приготовления. При расчете технологического потенциала потребления природного газа на цели отопления было сделано предположение, что все здания построены в соответствии с современными требованиями по теплозащите согласно ТСН и СНиП. Расчет потенциала природного газа, направляемого на цели пищевого приготовления, базировался на том, что современные газовые плиты в среднем на 20% эффективнее существующих.

Нефтепродукты (сжиженный газ) также используются на цели отопления, горячего водоснабжения и пищевого приготовления. В силу незначительности потребления нефтепродуктов и, следовательно, потенциала на цели горячего водоснабжения и пищевого приготовления их уровни были зафиксированы по состоянию на 2008 г.

Расчет технологического потенциала для жилищного сектора также производился по каждому потребляемому виду энергии и энергоносителю в разрезе централизованно и индивидуально отапливаемых зданий.

Технологический потенциал оценивался по двум сценариям. Разница между ними состоит в том, что в первом случае оценка технологического потенциала производилась из предположения, что все индивидуально отапливаемые дома заменяются на «пассивные», а во втором – что индивидуально отапливаемые здания модернизируются в соответствии с требованиями по теплозащите СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

Оценка технологического потенциала тепловой энергии, направляемой на цели горячего водоснабжения, производилась из предположения о потреблении горячей воды в объеме 50 л/(чел.сут.). Потенциал по электрической энергии был подсчитан следующим образом. Электропотребление было разбито на потребление холодильниками и морозильниками, стиральными машинами, телевизорами, на освещение, на цели электроотопления, горячего водоснабжения и потребление прочими электробытовыми приборами.

Определение потенциала потребления электрической энергии по холодильникам производилось из расчета замены имеющегося парка холодильников на энергоэффективные с потреблением 0,5 кВтч/сут. (самая энергоэффективная модель из

исла продаваемых в России¹⁸). Определение потенциала потребления электрической энергии по стиральным машинам производилось из расчета замены имеющегося парка стиральных машин на модели с потреблением 0,57 кВтч/цикл (самая энергоэффективная модель из числа продаваемых в России¹⁹).

Определение потенциала потребления электрической энергии по телевизорам производилось из расчета замены имеющегося парка телевизоров на модели с потреблением 94,2 кВтч/год (самая энергоэффективная модель жидкокристаллического телевизора из числа продаваемых в России²⁰). Определение потенциала потребления электрической энергии, направляемой на освещение, производилось на основании предпосылки о замене всех неэнергоэффективных ламп на компактные люминесцентные или сопоставимые с ними по эффективности (например, светодиоды).

Определение потенциала потребления электрической энергии, направляемой на приготовление пищи, производилось на основании предпосылки о замене всех электроплит и электроплиток на современные энергоэффективные.

Оценка технологического потенциала по электрической энергии, направляемой на отопление, различается по двум сценариям из-за различий в методике оценки потенциала по индивидуальному отопляемому фонду. В первом случае была сделана коррекция на использование электрического отопления «пассивными» домами. Расчет производился из предположения нагрузки по теплу на электрообогреватели 15 кВтч/(м²год)²¹. Во втором дополнять дома с помощью электронагревателей не было необходимости, поскольку все дома были модернизированы в соответствии с требованиями по теплозащите СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий». Поэтому дополнительного потребления электроэнергии в этом случае нет.

Расчет потенциала снижения потребления электрической энергии, направляемой на цели горячего водоснабжения, производился на основании предпосылки о замене всех электроводоподогревателей на энергоэффективные и использовании электрических плит на подогрев воды в период ее отключения на 21 день.

По прочим электробытовым приборам потребление было зафиксировано на уровне 2008 г., поскольку их структура весьма разнообразна и не поддается вычислению и оценке с приемлемым уровнем точности, а потребление электроэнергии на общем фоне незначительное.

Природный газ используется населением на цели отопления в децентрализованно отопляемых зданиях, горячего водоснабжения и приготовления пищи как в многоквартирных домах, так и в индивидуально определенных зданиях. Оценка технологического потенциала по природному газу различается по двум сценариям из-за различий в методике оценки потенциала по индивидуальному отопляемому фонду. В первом случае в отношении индивидуально отопляемых зданий была принята предпосылка об использовании технологий, применяемых при строительстве «пассивных» домов. Таким образом, потребление природного газа было приравнено к нулю. Во втором случае потребление бы-

ло рассчитано исходя из предпосылки о соответствии индивидуально отопляемых зданий требованиям по теплозащите СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

Расчет потенциала природного газа, направляемого на цели приготовления пищи, базировался на допущении о том, что современные газовые плиты на 20% энергоэффективнее, чем установленные. Расчет потенциала природного газа, направляемого на цели горячего водоснабжения, производился исходя из предположения, что мощность современных энергоэффективных газовых колонок 17 кВт, а норма потребления горячей воды – 120 л/(сут. чел.).

Уголь используется населением, в основном, на цели отопления в индивидуально отопляемых зданиях. Оценка технологического потенциала по углю различается по двум сценариям из-за различий в методике оценки потенциала по индивидуальному отопляемому фонду.

В первом случае в отношении индивидуально отопляемых зданий была принята предпосылка об использовании технологий, применяемых при строительстве «пассивных» домов. Таким образом, потребление угля было приравнено к нулю. Во втором случае потребление было рассчитано исходя из предпосылки о соответствии индивидуально отопляемых зданий современным требованиям по теплозащите СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

Нефтепродукты используются населением в индивидуально отопляемых зданиях на цели горячего водоснабжения и приготовления пищи. Оценка технологического потенциала по тепловой энергии не зависит от сценария, поскольку нефтепродукты не использовались на отопление жилого фонда. В силу незначительности потребления нефтепродуктов и, следовательно, потенциала на цели горячего водоснабжения и приготовления пищи их уровни были зафиксированы по состоянию на 2008 г.

Прочее твердое топливо, так же как и уголь, используется, в основном, на цели отопления в индивидуально отопляемых зданиях. Оценка технологического потенциала по прочему твердому топливу различается по двум сценариям из-за различий в методике оценки потенциала по индивидуальному отопляемому фонду.

В первом случае в отношении индивидуально отопляемых зданий была принята предпосылка об использовании технологий, применяемых при строительстве «пассивных» домов. Таким образом, потребление тепловой энергии было приравнено к нулю. Во втором случае потребление было рассчитано исходя из предпосылки о соответствии индивидуально отопляемых зданий современным требованиям по теплозащите СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

Оценка природной стоимости реализации технологического потенциала представляется достаточно затруднительной в силу отсутствия специальных исследований и расчетов по этой теме. Тем не менее, ЦЭНЭФ сделал определенные оценки. Оценка стоимости модернизации централизованно отопляемых зданий в соответствии со СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» была произведена на основании оценки стоимости основных мероприятий по достижению требований СНиП, а именно: укладка изоляции, монтаж пластиковых окон и установка индивидуального теплового пункта.

Проведенное ЦЭНЭФ исследование 86 моделей холодильников, 67 стиральных машин и 64 телевизоров (основных электробытовых приборов), прода-

¹⁸ По результатам проведенного ЦЭНЭФ исследования.

¹⁹ По результатам проведенного ЦЭНЭФ исследования.

²⁰ По результатам проведенного ЦЭНЭФ исследования.

²¹ Energy Technology Perspectives. 2008, с. 554.

ваемых в России в настоящее время, не выявило сколько-нибудь значимой зависимости между стоимостью прибора и уровнем его энергоэффективности. Поэтому в данном случае приростные капитальные вложения были приравнены к нулю.

Оценка стоимости перевода ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы была произведена на основании разницы в стоимости между этими лампами.

4. Сводная оценка потенциала экономии энергии в ЯНАО.

Технический потенциал экономии конечной энергии в ЯНАО равен 4875 тыс. т у.т., или 46% от уровня потребления конечной энергии в 2008 г. Потенциал экономии с учетом электро- и теплоэнергетики равен 5550 тыс. т у.т., или 24% от уровня потребления первичной энергии в 2008 г. (рис. 1).

На долю электроэнергетики приходится 9% потенциала экономии энергии, на долю теплоэнергетики – 4%; промышленности – 75%; сельского хозяйства – менее 1%; транспорта – 5%; коммунального сектора – менее 0,5%, сферы услуг – менее 1% и жилищного сектора – 6% (рис.1). Таким образом, точность оценки потенциала существенно зависит от точности его определения для промышленности, в основном добывающей, где получение надежных оценок потенциала очень затруднено.

Технический потенциал экономии первичной энергии от реализации 38 типовых мероприятий с учетом всех возможных косвенных эффектов повышения энергоэффективности равен 8900 тыс. т у.т.

(табл.1). Однако, поскольку при учете косвенных эффектов у конечных потребителей экономия на производстве и транспорте тепловой и электрической энергии уже учтена, то во избежание двойного счета в техническом потенциале экономии энергии в этих секторах не учитывается. С учетом такой корректировки технический потенциал экономии первичной энергии оценен в 8100 тыс. т у.т., или 36% от потребления первичной энергии в 2008 г. Распределение технического потенциала экономии первичной и конечной энергии в ЯНАО по укрупненным мероприятиям показано в табл. 1.

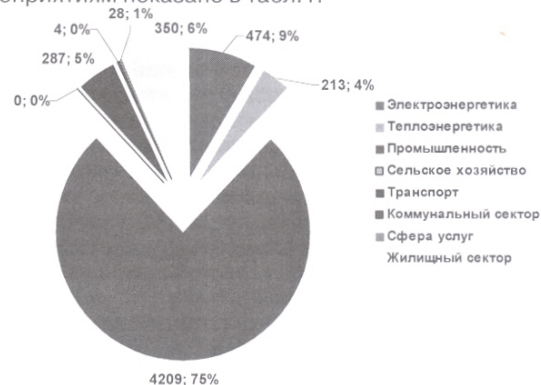


Рис. 1. Распределение потенциала экономии энергии в ЯНАО в 2008 г.

Потенциал экономии энергии в ЯНАО области

Таблица 1

Мероприятие	Экономия конечной энергии	Экономия первичной энергии ¹	Технический потенциал экономии энергии ²
Модернизация газовых электростанций	196	215,3	
Модернизация ДЭС	278	289,3	
Производство тепловой энергии на котельных	135,8	152,1	
Передача тепловой энергии	38,2	97,8	
Когенерация на котельных	30,0	33,0	
Переработка газа	0,0	94,0	94,0
Добыча нефти	20,8	133,1	133,1
Добыча газа	86,5	253,1	253,1
Снижение сжигания попутного газа	131,2	5856,6	5856,6
Производство мяса и мясопродуктов	3805	0,6	0,6
Производство хлеба и хлебобулочных изделий	0,2	1,3	1,3
Эффективные электродвигатели	0,7	3,8	3,8
Регулируемый электропривод	2,0	8,2	8,2
Эффективные системы пром. освещения	1,7	2,4	2,4
Эффективные системы пароснабжения	0,5	25,6	25,6
Экономия топлива в прочих промышленных производствах	10	362,4	362,4
Перевод легковых автомобилей на гибридные аналоги	151	127,0	127,0
Перевод автобусов на гибридные аналоги	105,8	26,9	26,9
Перевод грузовых автомобилей на гибридные аналоги	22,4	160,3	160,3
Энергоэффективное вождение	133,6	15,3	15,3
Развитое транспортное планирование и логистика	12,8	15,3	15,3
Регулируемый привод и эффективные двигатели в водоснабжении и водоотведении	12,8	10,2	10,2
Уличное освещение	2,1	6,9	6,9
Модернизация централизованно отапливаемых зданий (в соответствии со СНиП 2003 г.)(сф.-у)	1,4	23,5	23,5
Модернизация систем горячего водоснабжения(сф.-у)	9,2	9,9	9,9
Повышение энергоэффективности систем пищевого приготовления (сф.-у)	3,9	2,3	2,3
Эффективные газовые котлы (сф.-у)	1,5	6,2	6,2
Эффективные системы освещения (сф.-у)	5,6	27,9	27,9
Закупки энергоэффективного оборудования (сф.-у)	5,7	11,6	11,6
Оснащение приборами учета тепла и газа (жил. зд.)	2,4	0,0	0,0
Модернизация централизованно отапливаемых жилых зданий		662,1	662,1
Модернизация индивидуально отапливаемых жилых зданий (вариант 1)	258,6	27,8	27,8
Модернизация индивидуально отапливаемых жилых зданий (вариант 2)	14,5	12,7	12,7
Модернизация систем горячего водоснабжения	6,6	121,7	121,7
Замена БЭП на энергоэффективные	47,5	100,9	100,9
Модернизация систем освещения в жил. домах	20,6	18,8	18,8
Повышение энергоэффективности систем бытового пищевого приготовления	3,8	5,4	5,4
Всего	5550	8900	8100

¹ Без коррекции на экономию энергии у конечных потребителей. ² С учетом снижения потребности в выработке и передаче электрической и тепловой энергии за счет полной реализации технического потенциала ее экономии у конечных потребителей.

Источник: Оценка ЦЭНЭФ.

Для определения экономического и рыночного потенциалов экономии энергии были построены три кривые стоимости экономии первичной энергии (рис.2). В первом случае стоимость экономии первичной энергии определялась только с использованием данных по природным капитальным вложениям с использованием общественной нормы дисконтирования (6%). Во втором случае также учитывались дополнительные эффекты и дополнительные затраты. Наконец, в третьем стоимость экономии первичной энергии определялась для частной нормы дисконтирования (12%) с использованием данных по дополнительным эффектам и дополнительным затратам от реализации энергосберегающих мероприятий.

Экономический потенциал экономии энергии в ЯНАО равен техническому потенциалу. Учет дополнительных эффектов и дополнительных затрат не меняет этого результата. Для ряда мероприятий дополнительные эффекты не определены, поэтому кривые на рис.2 в ряде зон сливаются. Экономический потенциал определялся с использованием в качестве замыкающей цены природного газа на уровне 6200 руб./1000 м³.

Рыночный потенциал экономии энергии в ЯНАО на 1040 тыс. т у.т. меньше технического и экономического и составляет при расчете по первичной энергии 7080 тыс. т у.т., или 31% от уровня потребления первичной энергии в 2008 г. и 87% от уровня технического и экономического потенциалов.

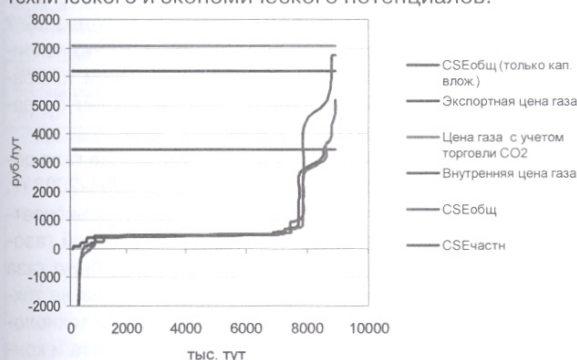


Рис.2. Кривые стоимости экономии первичной энергии для ЯНАО (38 мероприятий или групп мероприятий).

5. Потенциал в электроэнергетике и теплоэнергетике.

В ЯНАО в 2008 г., по данным статистики, было выработано 2546 млн. кВтч. На ГТЭЦ МУП «Салехардэнерго» и ТЭЦ-72 Промбазы ООО «Газпром добыча Ямбург» выработано в 2008 г. 833 млн. кВтч с удельным расходом топлива 440 г у.т./кВтч. При снижении удельного расхода до 205 г у.т./кВтч потенциальная экономия топлива составляет 196 тыс. т у.т. На ДЭС и газотурбинных станциях в 2008 г. произведено 1903 млн. кВтч. Однако статистике есть данные по удельным расходам только наиболее крупных из них, а которых в 2008 г. было произведено 1712 млн. кВтч со средним удельным расходом 487 г у.т./кВтч. Снижение его до 325 г у.т./кВтч позволит получить экономию в размере 278 тыс. т у.т.

Доля ТЭЦ в выработке тепловой энергии ЯНАО в 2008 г. невелика – 2,4%. В ЯНАО, по данным формы 1-ТЕП, насчитывается 272 котельных, на которых в 2008 г. было выработано 11,3 млн. Гкал. Из этих котельных 66,2% работают на газе, 5,9% – на твердом

топливе, а остальные – на нефти и нефтепродуктах. По данным формы 11-ТЭР, средний КПД котельных ЯНАО равен 85%, а по данным формы 1-ТЕП – 86%. Реальный КПД котельных, видимо, ниже этих уровней. Это выше среднего по России КПД на котельных (81-83%), но ниже уровней 92-95% для лучших новых котельных, строящихся на природном газе. Доведение среднего КПД всех котельных, работающих на газе, до 95% (уровень, достигнутый на многих новых котельных, построенных в последние годы), а прочих – до 85-90% позволит получить экономию топлива в объеме 135,8 тыс. т у.т.

Тепловые сети в ЯНАО имеют протяженность 2007 км, из которых 21% нуждаются в срочной замене. В ЯНАО потери в тепловых сетях, согласно статистике, составляют 12,9%. По оценкам ЦЭНЭФ, внесение поправок на неучтенные потери при подаче тепла в жилые и общественные здания может повысить долю потерь на 3-5%. Потенциал экономии тепловой энергии за счет снижения сверхнормативных потерь в тепловых сетях ЯНАО составляет 38,2 тыс. т у.т.

6. Потенциал в промышленности.

Как правило, для оценки уровня эффективности использования энергии при производстве энергоемкой промышленной продукции средние показатели по субъекту Российской Федерации сравниваются со средними показателями по России и лучшими показателями по миру. Такие сравнения сложно делать по доминирующей в округе нефтегазовой промышленности.

Удельные расходы энергии при добыче нефти и газа очень существенно зависят от геологических условий, характеристик месторождений, глубины и технологии добычи, оработанности и заводненности месторождений, методов добычи и т.п. Поэтому очень трудно сравнивать удельные расходы как между отдельными месторождениями, так и между регионами и странами. По этой причине показатели «практического минимума» (наилучшие практически достигнутые в мире показатели удельного энергопотребления с применением технологий, доказавших свою эффективность) и «реального потребления за рубежом» (средние или наиболее часто встречающиеся показатели удельного энергопотребления в других странах) для нефтяной и газовой промышленности не применяются.

В ЯНАО существует потенциал снижения удельных расходов на производство энергоемкой продукции (табл.2). Суммарный потенциал экономии конечной энергии в промышленности ЯНАО оценен в 4209 тыс. т у.т. Эта оценка включает эффект от сокращения сжигания газа в факелах. Суммарный потенциал экономии первичной энергии в промышленности оценен в 6741 млн. т у.т.

По данным формы 11-ТЭР удельные расходы энергии на переработку 1 т нефти в ЯНАО составляют 19 кг у.т./т, что ниже удельных расходов для лучшей мировой практики (30 кг у.т./т). Этот факт объясняется тем, что по данным формы 11-ТЭР в основном производится не переработка нефти, а переработка газового конденсата, что является существенно менее энергоемким процессом. По этой причине потенциал экономии энергии в переработке нефти и газового конденсата не был определено. В собственно первичной переработке нефти удельный расход энергии составил в 2008 г. 37 кг у.т./т,

что выше лучшей мировой практики. В нефтепереработке основными энергосберегающими технологиями являются: внедрение многостадийных обессоливателей, систем автоматического контроля производственных процессов, высокотемпературных ТЭЦ; интеграция технологических процессов; контроль за системами нагрева; предварительный нагрев воздуха; оптимизация секционирования дистилляционных колонн; утилизация газов, водорода и тепла; адиабатические преререформеры; установка конденсатоотводчиков и возврат конденсата; изоляция и ремонт теплопроводов; использование новых моделей горелок; модернизация систем сжатого воздуха, электромоторов, насосного и вентиляционного оборудования²².

В процессах переработки газа потенциал оценен на основе сравнения показателями для Оренбургской области.

В 2002-2008 гг. удельный расход энергии на добычу нефти вырос в два раза. Отчасти это результат повышения доли более энергоемких методов добычи (водотеплового, паротеплового воздействия на пласт и газлифтного метода добычи) и снижения среднего дебита скважин. Однако, рост энергоемкости добычи нефти стал также результатом быстрого роста цен на нефть и газ, снижения на этой основе как доли энергетических издержек в стоимости продукции, так и внимания к применению энергосберегающих технологий.

Велики удельные расходы электроэнергии на насосную добычу нефти: в среднем они составляют 143 кВт·ч/т. По оценкам специалистов отрасли, лучшие технологии позволяют обойтись 40 кВт·ч. Аналогичные соотношения имеют место и по расходу тепла. Тогда потенциально удельный расход энергии на добычу 1 т нефти можно снизить с 46 до 20,3 кг у.т./т. Исходя из этого и оценивался потенциал экономии энергии в добыче нефти, равный 86,5 тыс. т у.т.

К основным направлениям снижения энергозатрат на нефтяных месторождениях можно отнести: сохранение, восстановление и улучшение коллекторских свойств призабойных зон скважин; оптимизацию параметров системы разработки месторождений, в том числе подсистемы «водозаборная скважина – ППД – добывающая скважина – транспорт и подготовка продукции скважин»; снижение интенсивности обводнения скважин и объемов прокачки воды в промысловых скважинах; повышение уровня утилизации, использования продукции скважин, снижения ее потерь; повышение КПД промысловых объектов, машин и механизмов, диагностику их технического состояния, оптимизацию планово-предупредительных ремонтов, модернизацию насосного оборудования, включая энергоэффективный дизайн скважинных насосных установок, реконструкцию насосов систем поддержания пластового давления, широкомасштабное внедрение вентилярных приводов для центробежных и винтовых насосов, частотно-регулируемых электроприводов, систем плавного пуска; электрических устройств компенсации реактивной мощности; совершенствова-

ние контроля и учета нефти и внедрение автоматизированных систем учета; энергоснабжение производств на основе возобновляемых источников энергии и на основе комбинированных источников энергии – тепловой и электрической.

В системах транспорта и подготовки продукции скважин для энергосбережения необходимо разработать и внедрить: химреагенты, снижающие объемы тепловой подготовки нефти; аппараты и оборудование для уменьшения потерь легких фракций и тепловых потерь; насосы перекачки жидкости с высоким газосодержанием; оборудование, обеспечивающее высокий уровень утилизации газа; оборудование для предварительного сброса воды на кустах; трубопроводы из новых коррозионноустойчивых материалов; технологии подготовки воды; методы повышения приемистости скважин; энергоэффективный дизайн систем сбора, транспорта, подготовки и хранения продукции скважин и др.

Рост использования попутного газа – одно из ключевых направлений энергосбережения в нефтяной промышленности. Согласно данным Госкомстата, в ЯНАО объем сжигания попутного газа в факелах вырос с 3,05 млрд. м³ в 2002 г. до 5,58 млрд. м³ в 2007 г., а в 2008 г. снизился до 4,38 млрд. м³. Доля используемого попутного газа снизилась с 64% в 2002 г. до 59% в 2008 г. Правительство сформулировало задачу снижения доли сжигания в факелах до 5% к 2011 г. за счет изменения ценообразования на попутный газ, введения систем учета, увеличения штрафов, ужесточения лицензионных требований к недропользователям, обеспечения недискриминационного доступа к газотранспортной инфраструктуре²³. Ее реализация в ЯНАО позволит сократить потери газа на 3,3 млрд. м³.

Удельные расходы на компримирование газа дожимными КС на промыслах выросли в 2004-2008 гг. на 33%. Рост удельных расходов отчасти объясняется снижением среднесуточного дебита одной газовой скважины. Экономия энергии при добыче газа достигается за счет снижения расхода газа на технологические нужды, оптимизации работы технологических объектов, совершенствования учета и контроля использования газа, повышения газоотдачи пластов, повышения степени утилизации тепла технологических потоков, повышения КПД тепловых агрегатов, работающих на газовом топливе; внедрения новых энергосберегающих процессов. Она оценена в 400 тыс. т у.т.

Кроме того, существуют значительные возможности экономии энергии за счет применения типовых мероприятий: применения эффективных электродвигателей, регулируемого электропривода, систем сжатого воздуха, эффективных системы промышленного освещения и пароснабжения, экономии топлива в промышленных производствах. На промышленных предприятиях на подъем воды израсходовано 422 млн. кВт·ч, а на очистку сточных вод – 83 млн. кВт·ч.

Сельское хозяйство ЯНАО представлено преимущественно оленеводством. Данных о потреблении энергии в этой сфере очень мало. Что касается

²² E. Worrell and C. Galitsky. Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for petroleum refineries. An ENERGY STAR Guide for energy and plant managers. Ernst Orlando Lawrence Berkeley Laboratory Environmental Energy.

²³ Стратегия использования попутного нефтяного газа в Российской Федерации. Российское газовое общество. М.: 2008.

удельного расхода топлива на работу тракторов на 1 га, то он, по данным статистики, был равен среднему российскому уровню. Скудность данных по потреблению энергии в сельском хозяйстве не позволяет оценить потенциал экономии энергии в этом секторе.

7. Потенциал в транспортном секторе.

Статистика по ЯНАО позволяет оценить потенциал экономии энергии только на автомобильном транспорте. Расход энергии на транспорт газа по газопроводам и нефтепроводам, проходящим по территории ЯНАО, отражается в статистике о ХМАО.

В статистике по ЯНАО даны только отрывочные и не надежные данные на этот счет. Отсутствие данных по парку транспортных средств и топливной экономичности авиационного и водного транспорта не позволяет провести оценку потенциала энергосбережения. По железнодорожному транспорту данные также крайне ненадежны и отрывочны.

Оценка технологического потенциала на автомобильном транспорте ЯНАО производилась по трем видам транспорта: автобусы, легковые и грузовые автомобили.

Таблица 1

Оценка потенциала экономии энергии в промышленности ЯНАО (без округов)

Промышленная продукция или оборудование	Объем производства продукции в 2007 г.	Удельный расход энергии в ЯНАО	«Практический минимум»	Регион с характеристиками «практического минимума» или другие комментарии	Потенциал экономии конечной энергии	Мультипликатор полного эффекта	Потенциал экономии первичной энергии
	тыс. т	кг у.т./т	кг у.т./т				
Сокращение сжигания попутного газа	3796	41,4%	5,0%	Задание правительства	3805	1,54	5856,6
Переработка нефти	7663	19,0	30,0	Мировая практика	0,0	4,21	0,0
Переработка газа	4169	34,0	29,0	Оренбургская область	20,8	4,51	94,0
Добыча нефти	3365	46,0	20,3	Мировая практика	86,5	1,54	133,1
Добыча газа	6029	33,4	11,6	Мировая практика	131,2	1,93	253,1
Производство мяса и мясопродуктов	0,7	362	50	Челябинская область	0,2	3,12	0,6
Производство хлеба и хлебобулочных изделий	8,3	168	89	Тамбовская область	0,7	1,94	1,3
Эффективные электродвигатели				Мировая практика	2,0	1,95	3,8
Регулируемый электропривод				Мировая практика	1,7	4,91	8,2
Эффективные системы пром. освещения				Мировая практика	0,5	4,91	2,4
Эффективные системы пароснабжения				Мировая практика	10	2,56	25,6
Экономия топлива в прочих промышленных производствах				Мировая практика	151	2,40	362,4
Итого					4209		6741

Источник: Оценки ЦЭНЭФ.

Таблица 3

Оценка потенциала экономии энергии на транспорте ЯНАО

Промышленная продукция или оборудование	Объем работы, продукции или парк транспортных средств в 2008 г.	Удельный расход энергии в ЯНАО	«Практический минимум»	Регион с характеристиками «практического минимума» или другие комментарии	Потенциал экономии конечной энергии	Мультипликатор полного эффекта	Потенциал экономии первичной энергии
		кг у.т./т	кг у.т./т				
Перевод легковых автомобилей на гибридные аналоги	100	2,0	0,98	Мировая практика	105,8	1,20	127,0
Перевод автобусов на гибридные аналоги	5	8,6	4,13	Мировая практика	22,4	1,20	26,9
Перевод грузовых автомобилей на гибридные аналоги	18	14,3	6,85	Мировая практика	133,6	1,20	160,3
Энергоэффективное вождение	100	2,0	0,98	Мировая практика	12,8	1,20	15,3
Развитое транспортное планирование и логистика	5	8,6	4,13	Мировая практика	12,8	1,20	15,3

Источник: Оценки ЦЭНЭФ.

Прямых данных статистики о расходе топлива на автомобильном транспорте нет. По оценкам ЦЭНЭФ, в 2008 г. автотранспортный транспорт ЯНАО потребил 697 тыс. т у.т. (в основном, бензин и дизельное топливо). Потенциал на автомобильном транспорте оценен в 287 тыс. т у.т., или 41% от суммарного потребления топлива автотранспортным транспортом (табл.3).

8. Потенциал в коммунальном хозяйстве.

На подъем и распределение воды питьевого качества, а также прокачку и очистку сточных вод на предприятиях водоснабжения в 2008 г. в ЯНАО было затрачено 106 млн. кВтч электрической энергии. Практически все потребление электрической энергии в этом секторе приходится на электродвигатели водозаборов, насосных и канализационных станций. Потенциал повышения энергоэффективности систем водоснабжения и водоотведения нацелен на

реализацию двух типовых групп технических проектов: внедрение эффективных электродвигателей и оптимизацию систем работы электродвигателей; внедрение частотно-регулируемого привода. Реализация потенциала использования эффективных электродвигателей и применения регулируемых электроприводов позволит получить экономию электроэнергии в объеме 17 млн. кВтч.

На цели уличного освещения используется около 23 млн. кВтч. Экономия за счет модернизации систем уличного освещения может составить не менее 11,5 млн. кВтч.

9. Потенциал в сфере услуг.

Полных статистических данных о потреблении энергии объектами сферы услуг и бюджетной сферы нет. В форме 22-ЖКХ за последние годы приводятся данные о потреблении отдельных энергогос-

курсов бюджетофинансируемыми организациями (см. раздел 2). Однако для полноценной оценки потенциала энергосбережения в этой сфере необходимо также знать площади этих организаций, численность пользующихся услугами бюджетофинансируемых организаций и их оснащение энергопотребляющим оборудованием. Эти данные часто отсутствуют и «реконструируются» на основе данных энергетических обследований и отдельных данных статистики по материально-технической базе бюджетофинансируемых организаций. На этой основе была получена оценка потенциала энергосбережения. Как видно из табл.4, технологический потенциал экономии энергии составляет 28,3 тыс. т у.т. при расчете по конечной энергии.

Таблица 2

Оценка потенциала экономии топлива в сфере услуг ЯНАО

Меры по реализации потенциала	Площадь зданий или парк оборудования	Удельный расход энергии в ЯНАО	«Практический минимум»	Регион с характеристиками «практического минимума» или другие комментарии	Потенциал экономии конечной энергии	Мультипликатор полного эффекта	Потенциал экономии первичной энергии
					тыс. т у.т.		тыс. т у.т.
Модернизация централизованно отапливаемых зданий сферы услуг	3853	0,034	0,02	В соответствии со СНиП 2003 г.	9,2	2,56	23,5
Модернизация систем горячего водоснабжения (сфера услуг)	2154	0,0049	0,0031	Мировая практика	3,9	2,56	9,9
Повышение энергоэффективности систем пищевого приготовления (сфера услуг)	3853	0,0027	0,0023	Мировая практика	1,5	1,5	2,3
Эффективные газовые котлы (сфера услуг)	900	0,034	0,028	Мировая практика	5,6	1,10	6,2
Эффективные системы освещения (сфера услуг)	3853	32,00	20,00	Мировая практика	5,7	4,91	27,9
Закупки энергоэффективного оборудования (сфера услуг)	3853	47,00	42,00	Мировая практика	2,4	4,91	11,6

Источник: Оценки ЦЭНЭФ.

10. Потенциал в жилищном секторе.

Оценка потребления энергии жилищным сектором ЯНАО и потенциала энергосбережения (таблица 5) производилась на основе данных статистики по следующим видам энергии и энергоносителям: тепловая энергия, электрическая энергия, природный газ, уголь, нефтепродукты и прочие виды твердого топлива. Потенциал оценен с учетом уровня благоустройства жилищного фонда и степени обес-

печенности населения энергопотребляющим оборудованием, его возраста и уровня эффективности.

Технологический потенциал экономии энергии в жилищном секторе в зависимости от способа модернизации индивидуальных зданий составляет 342 тыс. т у.т. по конечной энергии. При пересчете экономии конечной энергии в первичную возможности жилищного сектора по снижению потребления энергии существенно возрастают и достигают 3213 тыс. т у.т. (табл.5).

Таблица 5

Оценка потенциала экономии энергии и энергоносителей в жилищном секторе ЯНАО

Меры по реализации потенциала	Площадь зданий или парк оборудования	Удельный расход энергии в ЯНАО	«Практический минимум»	Регион с характеристиками «практического минимума» или другие комментарии	Потенциал экономии конечной энергии	Мультипликатор полного эффекта	Потенциал экономии первичной энергии
					тыс. т у.т.		тыс. т у.т.
Модернизация централизованно отапливаемых многоквартирных жилых зданий	9633	64,85	38,00	В соответствии со СНиП 2003 г.	258,6	2,56	662,1
Модернизация индивидуально отапливаемых жилых зданий (вариант 1)	157	97,27	4,863	"Пассивные" здания	14,5	1,92	27,8
Модернизация индивидуально отапливаемых зданий (вариант 2)	157	97,27	54,86	Индивидуальные здания по СНиП 2003 г.	6,6	1,92	12,7
Модернизация систем горячего водоснабжения	399	3,03	1,72	Мировая практика	523,1	2,56	1339,1
Замена БЭП на энергоэффективные	524	0,54	0,21	Мировая практика	172,2	4,91	845,5
Модернизация систем освещения в жилых домах	1664	53,85	20,00	Мировая практика	3,8	4,91	18,8
Повышение энергоэффективности систем бытового пищевого приготовления	9790	2,80	2,30	Мировая практика	4,9	1,10	5,4

Источник: Оценки ЦЭНЭФ.