

Министерство образования и науки Российской Федерации
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

ЭФФЕКТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА-2015

**Материалы научно-практической
конференции с международным участием
21–22 мая 2015 года**



**Санкт-Петербург
2015**

Министерство образования и науки Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

ЭФФЕКТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА-2015

Материалы научно-практической
конференции с международным участием
21—22 мая 2015 года



Санкт-Петербург
2015

Эффективная энергетика-2015 : материалы науч.-практ. конф. с международ. участием 21–22 мая 2015 года. — СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2015. — 359 с.

В сборнике публикуются статьи ведущих ученых и преподавателей университетов России и Санкт-Петербурга, руководителей и специалистов отечественных энергетических предприятий, студентов, аспирантов, молодых ученых Политехнического университета и других университетов страны, подготовленные по материалам докладов, представленных на научно-практической конференции с международным участием «Эффективная энергетика-2015». Конференция организована Инженерно-экономическим институтом совместно с Институтом энергетики и транспортных систем Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого в рамках III Российского международного энергетического форума.

В материалах сборника рассмотрены актуальные проблемы энергетики и основные направления ее инновационного развития: новые технологии и экономика «умных» сетей, ресурсосбережение и энергоэффективность, распределенная энергетика, возобновляемые источники энергии, промышленный инжиниринг и менеджмент в энергетике и в ЖКХ, перспективы международного сотрудничества в области энергетики.

Представляют интерес для специалистов в различных областях знаний: работников промышленных предприятий, студентов и преподавателей учебных заведений системы высшего образования и ученых Российской академии науки.

Редакционная коллегия конференции:

В.А. Левенцов (директор ИЭИ), Н.А. Забелин (директор ИЭиТС),

Л.Д. Хабачев, М.В. Афанасьев, В.М. Макаров, Ю.Р. Нурулин,

И.В. Скворцова, В.И. Мурина

Ответственный редактор — проф. Л.Д. Хабачев

Технический редактор — ассистент В.И. Мурина

Печатается по решению

Совета по издательской деятельности Ученого совета

Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>СЕКЦИЯ «ЭКОНОМИКА ЭНЕРГЕТИКИ И ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»</i>	7
<i>Аникина И.Д.</i> Повышение эффективности процесса когенерации на тепловых электрических станциях с использованием теплонасосных установок	7
<i>Валиуллин К.Р.</i> Нейросетевое прогнозирование временного ряда естественной освещенности для увеличения энергоэффективности систем управления уличным освещением	14
<i>Воропаева Ю.А., Клеменьтьева Н.А.</i> Метод альтернативной котельной как инструмент повышения эффективности системы теплоснабжения России	18
<i>Глазунова Т.С., Нурулин Ю.Р.</i> Расчетно-аналитическая система ресурсосбережения в ЖКХ	24
<i>Григорьева А.А.</i> Возобновляемая энергетика: энергоснабжение регионов РФ в современных реалиях	34
<i>Ерастов А.Е., Новикова О.В.</i> Оценка эффективности реализации региональных программ энергосбережения. Методология расчета и формирования рейтинга ..	36
<i>Кац Б.А., Антоненко И.Н.</i> Информационные системы управления производственными активами. История, состояние и перспективы	42
<i>Климова Е.В.</i> Атомная энергетика, человек и окружающая среда	51
<i>Конников Е.А.</i> Инвестиционная привлекательности энергетических проектов макроуровня, на примере концепции энергетического поворота Германии	56
<i>Кутилкина А.Н., Череповицын А.Е.</i> Роль малых нефтяных компаний в освоении трудноизвлекаемых запасов нефти	66
<i>Малинина Т.В., Мурина В.И.</i> Национальная политика в области обращения с отработавшим ядерным топливом в России	72
<i>Меткин Д.М.</i> Методы оценки инвестиционной привлекательности объектов НИУВС	78
<i>Минханова Д.Р.</i> Применение информационных технологий в бюджетировании электросетевого предприятия	90
<i>Минько Э.В., Минько А.Э.</i> История и эволюция платных образовательных услуг в России	103
<i>Назарян Р.В.</i> Особенности развития теплоэнергетического комплекса малых городов	114
<i>Новикова О.В., Ломейко А.А.</i> Конкуренция и инновационный подход в энергосбытовой деятельности	120
<i>Окороков Р.В., Задорожний А.В.</i> Методика оценки эффективности использования интеллектуальных технологий в электроэнергетике	130
<i>Плоткина У.И.</i> Методы отбора котельных для реконструкции в мини – ТЭЦ, включаемых в региональные программы развития энергетических систем	143

<i>Рябов Ю.В., Пименов А.Н. Социально-экономические критерии оценки систем обращения с отходами</i>	150
<i>Хабачев Л.Д. Электроэнергетика – проблемы функционирования в новых условиях</i>	155
<i>Чернова А.Д. Особенности формирования экономического критерия принятия решения по развитию электросетевых объектов</i>	158
СЕКЦИЯ «ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ В ЭНЕРГЕТИКЕ»	165
<i>Амосов Н.Т., Попова Е.Ю. Использование когенерационных установок для покрытия собственных нужд отопительных котельных</i>	165
<i>Гринман М.И., Тарасов С. А., Фомин В.А. Исследование характеристик энергетической установки малой мощности с применением низкикипящих рабочих тел</i>	170
<i>Зайнуллина Э.Р., Бабич А.Ю., Баикатов А.В., Косолапов А.С., Сериштанов В.В., Митяков А.В. Разработка и создание комплексной методики исследования течения и теплообмена в сферической лунке: совмещение PIV диагностики и градиентной теплотметрии</i>	176
<i>Митяков А.В., Бабич А.Ю., Баикатов А.В., Зайнуллина Э.Р., Косолапов А.С., Сериштанов В.В., Гусаков А.А. Совмещение PIV диагностики и теплотметрии: комплексная методика эксперимента на примере поперечно обтекаемого цилиндра</i>	186
<i>Новикова О.В., Греков М.А., Шабуров Е.Л. Совершенствование учета и контроля энергетических ресурсов как элемент системы энергоменеджмента ФГАОУ ВО «СПБПУ»</i>	196
<i>Садыков Р.А., Антропов Д.Н., Даминов А.З., Соломин И.Н. Компьютерный симулятор реального времени теплогенерирующей установки</i>	207
<i>Сапожников С.З., Баикатов А.В., Гусаков А.А., Зайнуллина Э.Р., Косолапов А.С., Сериштанов В.В., Бабич А.Ю. Повышение эффективности теплообменного оборудования путем применения поверхностей с луночным рельефом</i>	214
<i>Семенова Л.А., Семенова Н.Г. Определение экстремумов несинусоидального сигнала</i>	222
<i>Соломин И.Н., Садыков Р.А. Даминов А.З., Футин В.А. Разработка турбины для ОЦР-установки, применяемой в районной котельной</i>	228
СЕКЦИЯ «ЭКОНОМИКА НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА»	237
<i>Искрицкая Н.И., Савенкова О.Е. Техничко-экономические аспекты освоения трудноизвлекаемых запасов углеводородов</i>	237
<i>Катышева Е.Г. Импортозамещение в нефтегазовом секторе как фактор обеспечения энергетической безопасности России в современных условиях</i>	244

<i>Мартынов Э.А.</i> Перспективы открытия залежей в южной части Сандивейской карбонатной постройки и их экономическая привлекательность.....	251
<i>Пикалова Т.А.</i> Корпоративное устойчивое развитие нефтяных компаний.....	261
<i>Ситников Э.А., Фирсов В.И.</i> Вакуумные технологии и техника в нефтегазохимии	265
<i>Смирнова Н.В.</i> Перспективы освоения трудноизвлекаемых запасов нефти в России.....	270
СЕКЦИЯ «ПУБЛИКАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ С УЧАСТИЕМ СТУДЕНТОВ»	275
<i>Андреева К.Р.</i> Нетрадиционные углеводороды: опыт зарубежных стран в освоении и добыче сланцевых нефти и газа и перспективы развития отрасли в России.....	275
<i>Анцев В.Г., Невская М.А.</i> Формирование актуальной информации о состоянии объектов нефтедобывающего предприятия на основе беспилотных авиационных систем	277
<i>Артемов Б.С., Новикова О.В.</i> Концепция формирования центра энергосбережения и энергетической эффективности на базе СПбПУ	281
<i>Воробьева Е.С., Каменик Л.Л.</i> Оценка эффективности реализации проекта переработки бытовых отходов в Санкт-Петербурге и Ленинградской области..	285
<i>Григорьева Д.В., Калютник А.А.</i> Повышение эффективности работы промышленно-отопительных котельных при использовании когенерационных установок с паровыми винтовыми машинами	291
<i>Евсеева О. О., Пономаренко Т.В.</i> Согласование стратегических интересов при планировании ресурсных мегапроектов на примере проекта «Сила Сибири»	295
<i>Жолудева О.И., Каменик Л.Л.</i> Совершенствование системы государственного регулирования в сфере управления водными ресурсами.....	297
<i>Киричев А.В., Климов Е.И., Панченко В.А.</i> Обзор теплофотоэлектрических модулей как энергоэффективных установок солнечной энергетики.....	301
<i>Климов Е.И., Бодрова Е.С.</i> Методики определения объема выхода свалочного биогаза с полигонов ТБО	307
<i>Климова Е.В., Неведомский И.В.</i> Инновационный потенциал энергетической компании и его оценка.....	313
<i>Ковешникова К.И.</i> Повышение ценности нефтегазового проекта методами стоимостного инжиниринга	318
<i>Молчанов К.К.</i> Перспективные направления международного сотрудничества в нефтяной отрасли.....	319
<i>Надежкина Н.А.</i> Трудноизвлекаемые запасы нефти: анализ состояния ресурсной базы и проблемы освоения	321
<i>Найер П.Г., Бугаева Т.М.</i> Имитационное моделирование потребления энергии жилым зданием	322

<i>Новикова О.В., Толстова Л.В.</i> Новые подходы к подготовке специалистов по энергосбережению и повышению энергоэффективности.....	327
<i>Скворцова И.В., Шевелев К.В.</i> Внедрение регионального оператора в схему обращения с ТКО в Санкт-Петербурге (на основе действующего законодательства с изменениями в 89-ФЗ и введением 458-ФЗ от 29.12.2014) ..	333
<i>Табакова А.С., Новикова О.В.</i> Повышение эффективности работы тепловых сетей как элемента системы энергоменеджмента ВУЗа.....	343
<i>Филатова И. И.</i> Консолидированная группа налогоплательщиков: механизм создания и влияние на формирования региональных бюджетов	348
<i>Цейзер Г.М.</i> Применение тепловых насосов в городской среде.....	350
<i>Шестакова В.В., Кирпичникова И.М.</i> Экономические перспективы использования альтернативного источника энергии	355

УДК: 338.32

И.Д. Аникина

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА КОГЕНЕРАЦИИ НА
ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК**

**HEAT PUMPS APPLICATION FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF THE
COGENERATION AT THERMAL POWER PLANTS**

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования теплонасосной установки в целях повышения эффективности процесса когенерации на тепловых электрических станциях. Наличие большого количества источников сбросной теплоты, таких как охлаждающая вода конденсаторов турбин, уходящие газы котлов, котлов-утилизаторов, техническая вода для охлаждения механизмов и т.д., являются достаточным основанием, чтобы заявлять о перспективе использования теплоснасосных установок для утилизации этого сбросного тепла. Предлагается использовать тепловой насос большой мощности для подогрева подпитки теплосети для схем с открытым теплоснабжением. Большое внимание влиянию теплового насоса в составе теплофикационной установки на режим работы станции.

Ключевые слова: тепловой насос, ТЭЦ, энергоэффективность, когенерация, технико-экономические показатели, режим работы станции.

Abstract. This article deals with the possibility of the heat pumps' application (heat capacity 30-50 MW) in order to increase the efficiency of cogeneration for thermal power stations. The large number of sources of waste heat, such as cooling water turbine condensers, flue gas boilers, waste heat boilers, industrial water for cooling machinery, etc., are sufficient grounds to assert term use heat pumps for recycling this waste heat. Proposed use of heat pumps for heating of feed water make up for open heat supply system. Much attention is given to heat pumps' influence on operating mode of thermal power station.

Keywords: heat pump, CHP, energy efficiency, cogeneration, technical-and-economic indexes, operating mode of CHP.

Согласно распоряжению правительства РФ от 13 ноября 2009 г. N 1715-р «Об утверждении Энергетической стратегии России на период до 2030 года» целью энергетической политики России является максимально эффективное использование природных энергетических ресурсов и потенциала энергетического сектора. Одним из инновационных решений для повышения энергоэффективности по направлению «Теплоснабжение» является создание комплекса технологического оборудования и разработка типовых технических решений по

использованию тепловых насосов в системах теплоснабжения в крупных городах и городских образованиях. [1].

Наличие большого количества источников сбросной теплоты, таких как охлаждающая вода конденсаторов турбин, уходящие газы котлов, котлов-утилизаторов, техническая вода для охлаждения механизмов и т.д., являются достаточным основанием, чтобы заявлять о перспективе использования теплонасосных установок (ТНУ) для утилизации этого сбросного тепла.

Использование тепловых насосов в составе работающей ТЭЦ позволяет:

- увеличить отпуск теплоты потребителю;
- снизить расходы топлива (например, вытеснение пиковых водогрейных котельных (ПВК) тепловым насосом);
- увеличить загрузку ТЭЦ по выработке электроэнергии (при снижении нагрузки теплофикационных отборов паровых турбин).
- снизить пережоги топлива по вакууму (возможность снижения температуры циркуляционной воды на входе в конденсатор);
- утилизировать низкопотенциальную теплоту;
- снизить технологический минимум в часы разгрузки станции;
- улучшить экологические показатели ТЭЦ.

Предположим, что мы рассматриваем группу тепловых электрических станций и наша задача состоит в разработке технического решения по улучшению тепловой и электрической генерации на ТЭС. Тогда работа представляет собой триединую задачу:

1) необходимо проанализировать все рассматриваемые ТЭЦ с целью определения наиболее перспективной для установки теплового насоса;

2) для выбранной ТЭЦ необходимо произвести разработку технического решения по увеличению эффективности процесса когенерации с использованием ТНУ;

3) произвести экономическое обоснование разработанных технических решений.

Первый этап, связанный с определением наиболее перспективной ТЭЦ, предлагается проводить на основании многокритериального анализа. Многокритериальный анализ включает в себя создание списка критериев, задание каждому критерию определенного веса, соответствующего степени значимости, для рассматриваемых объектов присваиваются баллы с 1 по n (где n – количество анализируемых ТЭЦ) в зависимости от степени соответствия каждому критерию. Итоговая оценка определяется суммированием баллов с учетом веса соответствующих критериев. Например, для ТЭЦ филиала «Невский» ОАО «ТГК-1» был создан список критериев и определен их вес в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1.

Список критериев и их веса для проведения многокритериального анализа ТЭЦ филиала Невский ОАО «ТГК-1»

№	Критерий	Вес
1	Низкая степень выработки паркового ресурса основного энергетического оборудования.	0,12

№	Критерий	Вес
2	Высокие коэффициенты использования установленной электрической и тепловой мощности.	0,08
3	Высокое годовое число часов отпуска тепловой энергии;	0,08
4	Высокие объемы и стабильность отпуска тепловой энергии на хозяйственные нужды.	0,09
5	Высокие удельные расходы топлива на производство электрической и тепловой энергии.	0,06
6	Высокая доля отпуска тепловой энергии пиковой водогрейной котельной (ПВК) от суммарного теплоотпуска ТЭЦ.	0,07
7	Высокая степень выработки паркового ресурса и вероятность плановой замены ПВК.	0,07
8	Стабильность температурного графика теплосети и низкая температура прямой сетевой воды.	0,09
9	Большое количество источников низкопотенциальной теплоты.	0,09
10	Возможность реализации нескольких схемных решений.	0,07
11	Потенциальный экологический эффект.	0,07
12	Перспективные подключения по тепловым нагрузкам	0,11

Второй этап, связанный с разработкой технического решения по улучшению процесса когенерации на ТЭС с использованием теплонасосных технологий, включает в себя все множество подзадач:

- выбор мощности ТНУ;
- выбор схемы ТНУ;
- выбор рабочего тела ТНУ;
- выбор источника низкопотенциального тепла (ИНТ);
- выбор потребителя тепла от ТНУ;
- выбор места установки теплового насоса;
- анализ возможностей использования дополнительного произведенного тепла в ТНУ и влияние на существующие режимы ТЭЦ;
- расчет основных ключевых технико-экономических показателей работы станции без теплового насоса и с использованием теплового насоса.

Анализ эффективности использования ТНУ в тепловой схеме ТЭЦ производится путем детальной расчетной оценки влияния ТНУ на режим работы станции с одновременным определением характеристик ТНУ (коэффициент преобразования энергии и ориентировочные затраты на привод компрессора) при заданном режиме работы ТЭЦ в целом по отпуску теплоты и электроэнергии.

Главными задачами по поиску схемного решения для вписания ТНУ в тепловую схему ТЭЦ являлся ответы на вопросы, откуда мы возьмем тепло

низкого потенциала и куда передадим? Другими словами, перед нами стоит задача по выбору ИНТ и потребителя низкопотенциального тепла.

В качестве ИНТ для большинства тепловых и электрических станций могут выступать:

- охлаждающая вода конденсаторов паровых турбин;
- техническая вода системы охлаждения основных и вспомогательных механизмов (подшипников и механизмов, генератора паровой турбины, системы маслоохлаждения турбин, ротора генератора, системы маслоохлаждения питательных насосов и т.д.);
- продувка системы обратного водоснабжения;
- продувка барабанов котлов;
- канализационные сбросы;
- уходящие газы котлов и котлов-утилизаторов.

Наиболее популярный источник низкопотенциального тепла является охлаждающая вода конденсаторов паровых турбин. Перечислим достоинства и недостатки этого ИНТ.

Достоинства этого ИНТ:

- высокий коэффициент теплоотдачи;
- высокий температурный уровень на входе в испаритель теплового насоса;
- нет необходимости в дополнительных капитальных затратах на забор и транспортировку;
- значительный диапазон изменения расхода;
- за счет эффективного охлаждения технической воды улучшится режим работы конденсатора.

Недостатки источника низкопотенциального тепла:

- прямая взаимосвязь с режимом работы паровой турбины;
- значительный диапазон изменения нагрузки испарителя в зависимости от режима работы ТЭС;
- оказывает косвенное влияние температура наружного воздуха;
- необходимость поддерживать нормативные температуры на входе и выходе конденсатора [2].

Для выбора потребителя теплоты от теплового насоса одним из главных критериев является мощность теплового насоса. Рассмотрим вариант тепловых насосов большой мощности, например, 30-50 МВт, тепло, полученное с использованием таких ТНУ, можно использовать для двух целей:

- для подогрева подпиточной воды, например, после встроенных пучков перед системой высокотемпературной деаэрации (ВТД) – такой вариант актуален для открытых систем теплоснабжения.
- для подогрева обратной сетевой воды;

Для общего теплового баланса ТЭЦ не имеет значение, какой из предложенных вариантов мы выберем, однако для характеристик ТНУ разница между температурой ИНТ и температурой нагреваемой воды имеет влияющее значение для коэффициента преобразования электроэнергии (КПЭ) в ТНУ (отношение полезно отдаваемой теплоты теплопотребителю к энергии на привод ком-

прессора). Рост разницы между температурой кипения хладагента и температурой его конденсации (разница между температурой ИНТ и нагреваемой воды) характеризуется резким уменьшением КПЭ. Реально достигаемые на практике разности температур – от 70°С до 30°С, при этом коэффициент преобразования изменяется от 2,0 до 5,0 соответственно. Эти данные приведены для простейших схем ТНУ без регенеративного теплообменника и переохладителя, однако они наглядно отображают зависимость КПЭ от разности температур [3].

На основании вышеизложенного для открытой системы теплоснабжения предлагается схемное решение ТНУ большой мощности, представленное на рисунке 1.

Теперь необходимо определить, каким образом мы будем использовать полученное тепло от ТНУ. Может, мы повысим отпуск тепла от ТЭЦ или же снизим нагрузку пиковых водогрейных котельных (ПВК) в зимний период, а может отдать предпочтение варианту снижения нагрузки в теплофикационных отборах для увеличения выработки электроэнергии или для экономии расхода топлива, сожженного в энергетических котлах?

Совершенно очевидно, что «однозначно выгодным» решением является использование ТНУ в зимний период и/или при увеличении тепловой нагрузки ТЭЦ с целью вытеснения тепловой нагрузки ПВК. Например, если речь идет о техническом минимуме электрической нагрузки при работе ТЭЦ в отопительный период с принудительной передачей части тепловой нагрузки с отборов на ПВК, то это однозначно выгодно независимо от характеристик ТНУ.

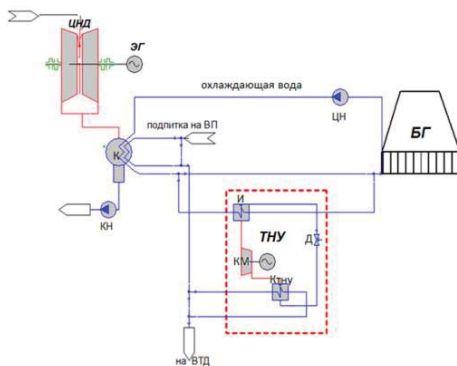


Рисунок 1. Схема теплонасосной установки для подогрева подпитки теплосети

ЦНД – цилиндр низкого давления; ЭГ – генератор электроэнергии; К – конденсатор паровой турбины; КН – конденсатный насос; ВП – встроенный пучок конденсатора; ЦН – циркуляционный насос; БГ – башенная градирня; ТНУ – теплонасосная установка; И – испаритель ТНУ; КМ – компрессор ТНУ; К_{ТНУ} – конденсатор ТНУ; Д – дроссельный вентиль ТНУ; ВТД – «высоко-температурная деаэрация»

Однако если рассматривать другой характерный режим работы станции без работы ПВК, когда вся тепловая нагрузка покрывается теплофикационными отборами, то для такого режима работа теплового насоса в составе теплофикационной установки ТЭЦ уже перестает быть «однозначно выгодным» решением. Например, собираемся теплоту нагретой в конденсаторе циркуляционной воды перекинуть сетевой или подпиточной воде, т.е. преобразовать в отопительную нагрузку. В этом случае ТЭЦ должны ограничить тепловую нагрузку отопительных отборов на эквивалентное количество теплоты. Предположим, что расход топлива мы при этом не меняем. Тогда будет наблюдаться определенное увеличение электрической мощности турбоустановки. Очевидно, что потребный уровень энергетических характеристик ТНУ будет напрямую зависеть от соотношения между снижением тепловой нагрузки и ростом электрической мощности. Причем последнее соотношение будет в свою очередь зависеть от давлений в отопительных отборах, от давления в конденсаторе и т.д.

Таким образом, эффективность применения ТНУ в составе работающей ТЭЦ, будет определяться режимом работы станции, и в этом случае полученный эффект во многом будет зависеть от того насколько оптимально персонал станции перераспределит нагрузку между основным оборудованием ТЭЦ, т.е. актуальной становится задача оптимизации режима работы станции с использованием теплового насоса. Например, влияющим фактором на эффективность включения ТНУ в работу станции будет решение, какие из блоков будут разгружены по отпуску тепла и, соответственно, переведены в режим увеличения электрической мощности турбоустановки. Так, при низком давлении в теплофикационном отборе его вытеснение приводит к незначительному приросту мощности, вследствие того, что коэффициент недовыработки для него минимален.

После того, как мы определили схемное решение, место установки, схему самого теплового насоса необходимо провести анализ влияния теплового насоса на режимы работы станции. Для этого удобнее всего пользоваться средствами математического моделирования, так как реальные ТЭЦ, представляют собой сложные структуры, описание режима работы которых представляет собой огромное количество систем нелинейных уравнений. Удобным средством для создания таких математических моделей ТЭЦ является отечественный САПР «United Cycle». Пакет United Cycle является новой версией САПР «Тепловая схема ПГУ» и предназначен для решения задач определения наилучших структуры и состава оборудования теплоэнергетического объекта и расчета стационарных эксплуатационных режимов работы. [4]. Для ТЭЦ, состоящей из пяти паросиловых блоков, количество элементов, описывающих тепловую схему ТЭЦ, в математической модели может достигать 700, таким образом, общее количество уравнений теплового и материального баланса может достигать нескольких тысяч. Решение их вручную не эффективно, использование нормативно-технических характеристик возможно, но только при условиях, что нормативы были сделаны качественно (к сожалению, часто наблюдается картина, что нормативно-технические характеристики не быются с реальными физическими законами) и режимы работы, которые вы рассчитываете, близки к тем,

для которых нормативы снимались. Для того, чтобы оценить влияние теплонасосной установки на режим работы станции необходимо сравнить ключевые технико-экономические показатели (КТЭП) характерных режимов работы станции без установки тепловых насосов (фактические режимы) с ключевыми технико-экономическими показателями работы станции тех же характерных режимов с включением в состав работающего оборудования тепловых насосов (прогнозируемые режимы). К характерным режимам работы станции относятся:

- летний режим работы станции (работа без отопления);
- режим периодического протапливания;
- зимний режим с малыми отопительными нагрузками;
- зимний режим с большими отопительными нагрузками;

Главными КТЭПами режимов работы станции являются удельные расходы условного топлива на выработку электроэнергии и отпуск тепла. Расчет этих КТЭП необходимо проводить в соответствии с РД 34.08.552-95 «Методическими указаниями по составлению отчета электростанции и акционерного общества энергетики и электрофикации о тепловой экономичности оборудования»[5].

Третий этап - расчет экономической эффективности рекомендуется проводить для нескольких вариантов теплоотпуска: для зимнего режима с большими тепловыми нагрузками и для зимнего режима с малыми тепловыми нагрузками.

Расчет производится на основании:

- данных из технического предложения компании, в которой планируется приобретение теплонасосной установки;
- исходных данных относительно ожидаемых темпов роста цен на оптовом рынке электроэнергии и мощности (ОРЭМ), тарифов на тепловую энергию и цен на топливо;
- результатов расчета технико-экономических показателей для нескольких режимов теплоотпуска.

Также в работе необходимо провести оценку потенциальных рисков при реализации проекта. В качестве основных рисков реализации предложенных технических решений рассматриваются следующие:

1. Изменение темпов роста цен на ОРЭМ.
2. Изменение темпов роста тарифа на тепловую энергию.
3. Изменение темпов роста цен на топливо.
4. Увеличение капитальных затрат.

Анализ возможности повышения эффективности процесса когенерации с использованием тепловых насосов следует проводить, не исключая ни один этапов работ. Зачастую авторы не уделяют внимания влиянию установки теплового насоса на режим работающей станции, а это в свою очередь, может привести к занижению основных удельных расходов условного топлива на выработку электроэнергии и отпуск тепла, а, следовательно, и неоправданно заниженным расчетным срокам окупаемости теплонасосных установок.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Распоряжение правительства РФ от 13 ноября 2009 г. N 1715-р «Об утверждении Энергетической стратегии России на период до 2030 года»// "Собрание законодательства РФ", 10.10.2011, № 41 (ч. II).
2. Молодкина М.А. Повышение технико-экономических показателей парогазовых тепловых электростанций путем утилизации низкопотенциальной теплоты с использованием тепловых насосов : диссертация кандидата технических наук : 05.14.14 / Молодкина Милана Алексеевна; [Место защиты: С.-Петербург. гос. политехн. ун-т]. - Санкт-Петербург, 2012. - 201 с.
3. Девянин Д.Н. Соколов Ю.Н. Разработка и испытание на ТЭЦ-28 ОАО «Мосэнерго» лабораторного стенда по апробации схем использования тепловых насосных установок в энергетике// ЭСКО Электронный журнал энергосервисной компании «Экологический системы» - №10, 2007.
4. Serguey N. Romanov, Anatoli G. Kutakhov, Nadezhda I. Zhuk, Oleg I. Demidov, Konstantin S. Romanov. Software 'United Cycle' for simulation of flow sheets of power plants // ECOS-2003, Kopenhagen, 2003, pp. 1691-1696.
5. РД 34.08.552-95 «Методические указания по составлению отчета электростанции и акционерного общества энергетики и электрофикации о тепловой экономичности оборудования»// М.: СПО ОРГРЭС, 1995.

УДК: 338.27

К.Р. Валиуллин

НЕЙРОСЕТЕВОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВРЕМЕННОГО РЯДА ЕСТЕСТВЕННОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ УЛИЧНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

NEURAL NETWORK PREDICTION OF A TIME SERIES OF NATURAL LIGHT TO INCREASE THE ENERGY EFFICIENCY OF STREET LIGHTING CONTROL SYSTEMS

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос прогнозирования временного ряда естественной освещенности с помощью нейронных сетей. Представлена методология прогнозирования временного ряда освещенности с помощью нейронной сети, рассмотрены его основные этапы. С использованием предложенной методологии была решена задача прогнозирования естественной освещенности для одного из районов г. Оренбурга.

Ключевые слова: нейросетевое прогнозирование, системы управления, энергоэффективное управление уличным освещением.

Abstract. In this article is dedicated to the prediction of natural lighting time series with neural networks. The methodology of prediction of natural lighting time series was presented, and reviewed it main stages. With the use of proposed methodology was solved the problem of natural lighting prediction for the one of the districts of the Orenburg city.

Keywords: neural network forecasting, control systems, energy-efficient street lighting control.

Основной задачей оптимального управления является выявление закона управления или управляющей последовательности воздействий, обеспечивающих поддержание системы в состоянии, обеспечивающем максимум или минимум заданных критериев оценки эффективности работы системы [1]. В более общем случае, задача системы управления сводится к поддержанию критериев оценки эффективности работы управляемого объекта в заданном диапазоне, независимо от внешних воздействий. Для рассматриваемой в данной работе системы управления уличным освещением входной величиной будет являться естественная освещенность, а независимыми внешними воздействиями - погодные условия, такие как облачность осадки и другие. Основной задачей системы в этих условиях будет являться адаптивное управление уличным освещением в условиях неопределенности входной величины и динамически изменяющихся внешних воздействий.

Так как управляемый объект обладает некоторой инерционностью, и мгновенное изменение его состояния невозможно, поэтому необходимую управляющую последовательность сигналов целесообразно формировать прогнозировать заранее, предвосхищая изменения окружающей среды.

В качестве примера такого объекта можно рассмотреть систему управления уличным освещением города. Получение прогнозных значений естественной освещенности позволит осуществлять адаптивное управление осветительными установками, что приведет к увеличению энергоэффективности системы. В связи с этим, становится актуальной задача получения прогноза изменения входной величины системы управления, либо, воздействующих на нее случайных факторов. В литературе, эта задача называется задачей прогнозирования временного ряда. В рамках данной статьи будет рассмотрена задача прогнозирования временного ряда естественной освещенности для адаптивного функционирования системы управления уличным освещением.

В настоящее время, одной из наиболее новых и динамично развивающихся областей прогнозирования временных рядов является прогнозирование с помощью нейронных сетей. Нейронная сеть представляет собой комплекс из соединенных друг с другом и взаимодействующих между собой структурных единиц - нейронов, каждый из которых имеет некоторое количество входов и единственный выход. Каждый из входов нейрона имеет свой весовой коэффициент, характеризующий силу связи нейрона с другими. Достоинствами нейросетевой модели является ее легкая масштабируемость, а также возможность решения широкого ряда задач с помощью неизменного математического аппарата. Рассмотрим алгоритм прогнозирования временного ряда с помощью искусственной нейронной сети. Основной задачей прогнозирования временного ряда является определение значения входной величины в моменты времени $n+1, n+2...n+k$ по n значениям этой величины в предшествующие моменты времени. Применительно к задаче прогнозирования освещенности, необходимо,

имея вектор значений освещенности $E=\{E_1, E_2, \dots, E_n\}$, получить вектор значений $E_{пр}=\{E_{n+1}, E_{n+2}, \dots, E_{n+k}\}$.

Здесь $E_1, E_2, \dots, E_n$ - значения освещенности, полученные через равные промежутки времени Δt . $E_{n+1}, E_{n+2}, \dots, E_{n+k}$ - значения освещенности в будущие моменты времени. Промежуток времени Δt будем называть интервалом прогнозирования. Величину n , характеризующую количество предшествующих значений, по которым делается прогноз, будем называть глубиной прогнозирования. Величину k , показывающую на какое количество интервалов времени делается прогноз будем называть горизонтом прогнозирования.

В контексте исследования нами предлагается следующая методология прогнозирования временного ряда естественной освещенности, включающая в себя следующие этапы:

1) *Получение входных данных для обучения и проверки работы нейронной сети.*

Для рассматриваемой задачи, такими данными будет являться вектор значений естественной освещенности для определенного промежутка времени: $E=\{E_1, E_2, \dots, E_j\}$.

2) *Определение глубины и горизонта прогнозирования.*

Выбор этих параметров существенно влияет на производительность нейронной сети и во многом определяет ее архитектуру. Количество нейронов во входном слое НС будет равно количеству предыдущих значений величины, по которым делается прогноз, согласно данному выше определению, это число соответствует глубине прогнозирования. Количество выходных нейронов будет равно количеству временных интервалов, для которых делается прогноз - горизонту прогнозирования.

3) *Нормирование вектора входных значений естественной освещенности.*

Нейронные сети наиболее эффективно работают с входными данными, распределенными в диапазоне значений $[0,1]$. Для приведения к этому диапазону необходимо произвести линейное шкалирование [2] исходного вектора освещенности по выражению:

$$E'_i = \frac{E_i - \min(E)}{\max(E) - \min(E)}, \quad (1)$$

4) *Формирование обучающей и контрольной выборки значений освещенности.*

Так как в рамках исследования рассматриваются методы обучения НС с учителем, процесс формирования обучающей выборки сводится к формированию векторов, подаваемых на вход нейронной сети и соответствующих им значений на выходе НС. Шкалированный вектор E' случайным образом делится на две части. Из первой формируется обучающая выборка, а из оставшихся значений - контрольная выборка для проверки точности работы обученной НС. Обучающая выборка должна быть репрезентативной - содержать все возможные изменения входной величины и выбираться случайным образом. При несоблюдении этих правил, точность прогнозирования может заметно ухудшаться при

работе нейронной сети с данными, аналогов которым не присутствовало в обучающей выборке.

5) Выбор критерия эффективности работы НС.

В качестве величин, характеризующих точность прогнозирования, были выбраны величины среднеквадратичной (MSE - mean square error) и средней (ME - mean error) ошибки [3]:

$$MSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Er_i^2}{n}}, \quad (2)$$

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^n Er_i}{n}, \quad (3)$$

где Er - вектор ошибок нейронной сети на контрольной выборке

6) Выбор архитектуры и конфигурации НС.

Как правило, для решения задач прогнозирования используются сети прямого распространения на основе многослойного перцептрона и регрессионные сети[4]. Количество нейронов во входном и выходном слоях однозначно определяется выбранными ранее величинами горизонта прогнозирования и глубины прогнозирования.

7) Выбор параметров обучения НС.

На данном этапе выбирается алгоритм обучения и критерии окончания обучения.

В соответствии с представленным алгоритмом было произведено решение задачи прогнозирования естественной освещенности для района города Оренбурга. В качестве входных использовались экспериментально полученные значения естественной освещенности в городе Оренбурге в период с 27 февраля по 15 марта 2015 года. Значения были получены с помощью системы, принцип действия которой рассмотрен в статье [5]. Значения освещенности записывались с интервалом в одну минуту. Шкалированные значения освещенности были разделены на две части - обучающую и контрольную выборки. Для формирования выборок использовался метод скользящего окна. Таким образом, была получена обучающая выборка, состоящая из 12000 примеров и контрольная выборка из 5900 примеров, с помощью которой производилась оценка эффективности работы нейронной сети.

Затем была выбрана конфигурация НС с 30 нейронами во входном слое, 10 нейронами в скрытом слое и одним выходным нейроном. В качестве функции активации использовался гиперболический тангенс. Было произведено обучение этой сети методом обратного распространения ошибки и произведено тестирование сети на контрольной выборке. Моделирование производилось в инструментальной среде MatLAB.

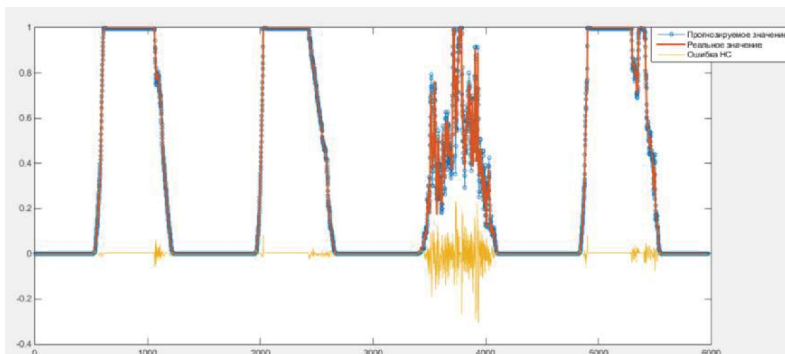


Рисунок 1. Результаты прогнозирования

Результаты тестирования обученной нейронной сети, представленные на рисунке 1, а также полученное значение среднеквадратичной ошибки 0,0217, определяемой по вычисленным (прогнозируемым) и реальным значениям выходной переменной, свидетельствуют об успешном обучении сети, что позволит в процессе дальнейшего исследования осуществить адаптивное управление уличным освещением в условиях неопределенности входной величины и динамически изменяющихся внешних воздействий.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Самойленко В. И., Пузырев В. А., Грубрин И. В. «Техническая кибернетика», учеб. пособие, М., изд-во МАИ, 1994, 280 с. ил., ISBN 5-7035-0489-9, гл. 4 «Оптимальные системы управления динамическими объектами и процессами».
2. Kevin Swingler. Applying Neural Networks: A Practical Guide. Morgan Kaufmann, 1996, p. 303.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2006. 1104 с.
4. E. Diaconescu, "The use of NARX neural networks to predict chaotic time series," WSEAS Transactions on Computer Research, vol.3, no.3, pp. 182-191, Mar. 2008.
5. Семенова Н. Г., Валиуллин К. Р. Интеллектуальная система управления уличным освещением на основе нейросетевых технологий / Н. Г. Семенова, К. Р. Валиуллин // Вестник Оренбургского государственного университета, 2015. - №5. - С. 123-130.

УДК: 621.311.1

Ю.А.Воропаева, Н.А.Клементьева

МЕТОД АЛЬТЕРНАТИВНОЙ КОТЕЛЬНОЙ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ РОССИИ

THE METHOD OF ALTERNATIVE BOILER AS A TOOL IMPROVING THE EFFICIENCY EFFICIENCY RUSSIAN HEATING SYSTEM

Аннотация. Сложившуюся к настоящему времени ситуацию в централизованном теплоснабжении России можно считать критичной, характеризующейся наличием большого количества неэффективных мощностей в целом по стране (о чем свидетельствует большое количество мощностей, неотобранных для участия в конкурентном отборе мощности на 2015 год, и имеющих статус «вынужденных генераторов» в сфере теплоснабжения), высокой изношенностью тепловых сетей, переходом промышленных потребителей от централизованного теплоснабжения к собственным автономным теплоисточникам, нехваткой тарифных, бюджетных и других финансовых источников, необходимых для дальнейшего развития отрасли. Выходом может стать только формирование на государственном уровне новой институциональной среды, благоприятствующей улучшению инвестиционного климата в отрасли и повышению ее эффективности.

Ключевые слова: теплоснабжение, либерализация, предельная цена, федеральная служба по тарифам (ФСТ).

Abstract. In present time the situation in district heating in Russia can be considered as a critical, which is characterized by a large number of inefficient capacities in the country (as evidenced by the large number of facilities, non-selected for participation in the competitive selection of capacity in 2015, and with the status of "displaced generators" in heat supply), high-stu worn out heating networks, the transition from industrial consumers of district heating to their own self-contained heat source, a lack of tariff, budget and other financial sources necessary for the further development of the industry. The solution may be the formation of only on the national level of the new institutional environment conducive to improving the investment climate in the sector and improve its efficiency.

Keywords: heating, liberation, price cap, federal tariff service (FTS).

Особенности состояния и развития сферы теплоснабжения в России определяют необходимость существенных изменений в системе отношений на рынке тепловой энергии.

Теплоснабжение за прошедшие 20 лет характеризуется снижением своей эффективности, в том числе за счет износа оборудования генерации, тепловых сетей (около 60% теплосетей нуждаются в модернизации и перекладке) и тепловых пунктов, увеличением тепловых потерь. Несмотря на очевидную выгоду комбинированной выработки тепла и электроэнергии, доля выработки тепловой энергии снижается в режиме когенерации, т.к. многие потребители строят свои собственные котельные и отключаются от системы централизованного теплоснабжения. По данным Министерства энергетики России, в 1991 году доля выработки тепловой энергии в системе централизованного теплоснабжения России составляла 39%, через десять лет она составила 33%, в то время как в другой северной стране – Швеции доля централизованного теплоснабжения за тот же период увеличилась на 38% [3]. При этом, в России доля тепла в ежемесяч-

ной оплате населения услуг ЖКХ в отопительный период занимает более 50% [3].

Теплоснабжение такой северной страны, как Россия, должно относиться к числу важнейших приоритетов государственной экономической и энергетической политики. При этом основной задачей является создание системы, обеспечивающей скоординированную работу различных государственных и частных предприятий и организаций в интересах потребителей. После создания такой системы за государством должна остаться разработка стратегических направлений развития теплоснабжения, анализ возможных проблем и поиск путей их решения, государственный надзор.

С целью реализации накопившихся проблем в централизованном теплоснабжении была разработана целевая модель рынка тепловой энергии. Ключевые моменты реализации данной модели изложены в Плане мероприятий («дорожная карта») «Внедрение целевой модели рынка тепловой энергии», утвержденном Распоряжением Правительства РФ от 02.10.2014 №1949-р. К ним относятся:

- установление новой модели взаимоотношений поставщиков и потребителей тепловой энергии, при которой функции «единого окна» в зоне централизованного теплоснабжения возложены на единую теплоснабжающую организацию (далее – ЕТО), несущую полную ответственность перед каждым потребителем за надежное и качественное теплоснабжение,

- переход от прямого ценового регулирования к договорному ценообразованию, но не выше цены «альтернативной котельной» для конечных потребителей,

- отмены платы за подключение к системе теплоснабжения с обязательством ЕТО по выполнению всех необходимых мероприятий по подключению теплопотребляющих установок потребителей в ее зоне деятельности и запретом установления каких-либо обременений для потребителя, связанных с подключением объекта к системе теплоснабжения (с сохранением платы для случаев, установленных федеральным законом).

Рассмотрим новую систему ценообразования более подробно. Как следует из дорожной карты, конечный поставщик тепловой энергии – ЕТО - закупает тепловую энергию у производителя по договорной цене. Частично, это положение закреплено законодательно: в соответствии с Федеральным законом от 01.12.2014 №404-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О теплоснабжении» вводится поэтапная отмена регулирования тарифов на тепловую энергию (мощность), поставляемую в виде пара, на теплоноситель в виде пара, и на тепловую энергию, отпускаемую с коллекторов (кроме населения):

с 01.01.2015 по 31.12.2017 цены определяются по соглашению сторон в пределах установленного тарифа,

с 01.01.2018 для поставщиков, установленная мощность которых составляет 10 Гкал/ч и выше, и для потребителей, чей годовой объем потребления составляет 50 тыс. Гкал и более предусмотрена полная отмена государственного регулирования тарифов.

Для менее крупных поставщиков и потребителей дата отмены государственного регулирования тарифов устанавливается решением Правительства.

Предоставление услуг по передаче тепловой энергии в пределах ЕТО также осуществляется по договорным ценам. В случае, если стороны не смогут прийти к соглашению о стоимости услуг, то последняя определяется органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области государственного регулирования цен (тарифов), исходя из референтных расценок, то есть нормативных расходов на строительство, содержание и эксплуатацию тепловых сетей в системах централизованного теплоснабжения.

Ценообразование по принципу цены «альтернативной котельной» предполагает установление предельной цены (Price Cap) для конечного потребителя, с учетом стоимости услуг по передаче тепловой энергии. Функциями по расчету цены «альтернативной котельной» наделяются: в населенных пунктах с численностью населения свыше 500 тыс. чел. – некоммерческое партнерство «Совет рынка» совместно с региональными органами государственного регулирования, в населенных пунктах с численностью населения менее 500 тыс. человек – региональные органы государственного регулирования. За Федеральной службой по тарифам закрепляется функция контроля за правильностью расчета цены «альтернативной котельной» и референтных расценок.

В настоящее время проходит общественное обсуждение расчета стоимости тепловой энергии «альтернативной котельной», предложенного Минэнерго [4]. Данный расчет выполнен для котельной установленной мощностью 10 Гкал/час, строящейся в среднестатистическом городе (с населением 50-100 тыс.чел.), где отсутствует централизованное теплоснабжение, либо в большом городе России для вновь создаваемых кварталов (микрорайонов) (сценарий «greenfield») - строительство новой котельной и прокладка новой тепловой сети). Потребители – население, проживающее в рассматриваемом городе и расположенные в нем объекты социальной инфраструктуры. Расчеты проведены для 3-х вариантов, различающихся видом используемого топлива: газ, уголь и мазут.

Основными составляющими частями стоимости тепла для конечных потребителей являются капитальные затраты (CAPEX) и эксплуатационные затраты (OPEX). В рассматриваемом расчете капитальные затраты включают затраты на строительство собственно котельной и прокладку труб тепловой сети. В частности, это:

- затраты на содержание компании-застройщика в период строительства,
- закупка (аренда) земельного участка,
- технологические присоединения,
- закупка труб, оборудования, строительство теплосети.

К рассчитанным капитальным затратам используются следующие коэффициенты, учитывающие особенности региона: климатические, сейсмические, степень удаленности от заводов-поставщиков оборудования, а также коэффициент использования установленной мощности, включающий: необходимое нормативное резервирование, климатическую составляющую, расход энергии

на собственные нужды, нормативные потери в сетях, перерыв в эксплуатации на ремонт в межотопительный период.

При расчете операционных затрат учитываются: стоимость топлива, снабженческо-сбытовые надбавки по транспортировке газа, стоимость электроэнергии, стоимость воды, водоотведения, золошлакоудаление, расходы на оплату труда, техническое обслуживание котельной и теплосети, экологические платежи, налог на имущество, прочие расходы.

Примеры расчетов позволили выделить ключевые составляющие в структуре удельных затрат на строительство и эксплуатацию АК. Так, по расчетам для газовой котельной по Санкт-Петербургу в ценах 2014 года в структуре тарифа наибольший удельный вес занимают расходы на топливо (47%), возврат инвестированного капитала (37%), расходы на оплату труда с отчислениями во внебюджетные фонды (9%), расход электроэнергии на собственные нужды (3%), налог на имущество (3%) и прочие расходы (включая техническое обслуживание, ремонт и расходы на водоподготовку - 1%). В отдельном муниципальном образовании Ленинградской области расчетная структура тарифа методом АК (на газе) сложилась следующим образом: расходы на топливо и возврат инвестированного капитала заняли одинаковую долю в тарифе – 44%, расходы на оплату труда с отчислениями во внебюджетные фонды – 6%, налог на имущество – 3%, расход электроэнергии на собственные нужды – 2%, прочие расходы – 1%. Структура тарифа на тепловую энергию, рассчитанного по методу альткотельной в 3-х вариантах: на газе, угле и мазуте для ТЭЦ, расположенных в регионах присутствия ОАО «ТГК-1» (Санкт-Петербург, Ленинградская область, Петрозаводск, Мурманская область) представлены в таблице 1.

Отметим особенности расчета некоторых составляющих цены в модели.

Возврат инвестированного капитала в модели рассчитан как средневзвешенная стоимость заемного и собственного капитала и определен соотношением собственного капитала к заемному как 30% на 70%. При расчете использованы норма доходности в размере 13,9%, срок возврата капитала принят 10 лет (исходя из срока возврата капитала, определенного по аналогии с договорами о предоставлении мощности [6]).

Затраты на техническое обслуживание и ремонт включают затраты на техническое обслуживание и ремонт котельного оборудования и тепловой сети. В рассматриваемой модели затраты на ремонт оцениваются для газовой котельной в размере 1,5% от стоимости котельного и теплосетевого оборудования, для угольной в размере 2%.

Расходы на водоподготовку в рассматриваемой закрытой системе теплоснабжения приняты исходя из среднего тарифа на холодную воду для прочих потребителей и оценочного уровня расхода приобретаемой воды питьевого качества в натуральных показателях, который по экспертным оценкам принят в размере 1277 м³ в год [4].

Полученный по результатам расчетов уровень тарифа по Санкт-Петербургу превысил установленный Комитетом по тарифам Санкт-Петербурга тариф для населения (без НДС) на 2014 год более чем на 20%.

Таблица 1.

Структура тарифа на тепловую энергию, рассчитанного методом альтернативной котельной в 3-х вариантах: на газе, угле и мазуте (в среднем по всем регионам присутствия ОАО «ТГК-1»)

Составляющие тарифа	Доли расходов, %		
	газ	уголь	мазут
Расходы на топливо	43	24	56
Возврат инвестированного капитала	44	56	33
Расходы на оплату труда со страховыми взносами	6	8	5
Расходы на оплату электроэнергии на собственные	3	3	1
Налог на имущество	3	4	3
Прочие расходы	1	5	2
Всего	100	100	100

При согласовании данной методики с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти (Федеральной службы по тарифам, Федеральной антимонопольной службой, Министерством экономического развития), а также в ходе общественных обсуждений были выявлены следующие недостатки предлагаемой методики:

- в модели не учтены расходы на содержание тепловых пунктов, которые значительно влияют на стоимость тепла для конечных потребителей,
- не приняты в расчет расходы по сомнительным долгам, расходы на организацию и сбор платежей за потребленную тепловую энергию,
- не учтены особенности уже существующей застройки,
- некорректно учтены уровень доходности, срок возврата инвестиций и порядок расчета аннуитетных платежей.

Введение ценообразования по методу «альткотельной» в тех системах централизованного теплоснабжения, где существующий тариф для населения (без НДС) меньше предлагаемого тарифа АК, может привести к значительному росту тарифов для потребителей. В этой связи необходимо использование государства как гаранта доступности услуг по отоплению и горячему водоснабжению населению либо посредством введения социальной нормы, либо адресной социальной помощи тем потребителям, чей среднедушевой месячный доход не превышает минимально прожиточный уровень, т.е. необходима более детальная проработка тарифных, социально-экономических и бюджетных последствий перехода на метод ценообразования альтернативной котельной. В соответствии с дорожной картой, обозначенная проблема решается путем поэтапного доведения цены для потребителей до уровня цены АК до 2023 года (время окончания переходного периода на рынке тепловой энергии).

В регионах, где цена на тепловую энергию для населения превысит цену АК, правительством предлагается зафиксировать действующие цены для потребителей до момента, пока они не сравняются с ценой "альтернативной котельной" с учетом ее индексации [2]. Для производителей тепловой энергии, особенно в небольших населенных пунктах, замораживание тарифов на тепло в случае их превышения стоимости тепловой энергии, рассчитанной по методу АК, приведет к значительным убыткам, механизм возмещения которых пока не

прописан. К тому же, увеличение сроков окончания переходного периода также снижает заинтересованность инвесторов в отрасли.

Поскольку теплоснабжение в России играет высокую социальную роль, повышение его надежности, качества и экономичности является безальтернативной задачей. Любые сбои в обеспечении тепловых потребностей негативным образом воздействуют на экономику страны и усиливают социальную напряженность. Поэтому в рассматриваемой перспективе государство должно оставаться важнейшим агентом экономических отношений в отрасли.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Федеральный закон от 01.12.2014 №404-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О теплоснабжении».
2. Распоряжение Правительства РФ от 02.10.2014 №1949-р «План мероприятий («дорожная карта») «Внедрение целевой модели рынка тепловой энергии».
3. Отчет Министерства энергетики Российской Федерации за 2014 год. [Электронный ресурс] // URL <http://www.minenergo.gov.ru/upload/iblock/36e/prezentatsiya-itogovoy-kollegii.pdf> (дата обращения 30.03.2015).
4. Отчет ООО «Ламайер Интернациональ РУС» «Определение удельных затрат на строительство и эксплуатацию альтернативной котельной и коэффициентов, учитывающих их региональные особенности». Москва, 2014.
5. Михайлов В. Целевая модель рынка тепловой энергии: ожидания и перспективы. // Энергоринок, №1 (126) январь-февраль 2015. С.52-55.
6. Воропаева Ю.А. Клементьева Н.А., Договоры поставки мощности: особенности ценообразования (на примере новых ТЭЦ). // Сборник научных трудов ВУЗов России «Проблемы экономики, финансов и управления производством». 34-й выпуск. - Иваново, ИГХТУ, 2013. С. 49-53.

УДК: 64.011.44

Т.С.Глазунова, Ю.Р.Нурулин

РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЖКХ

SETTLEMENT AND ANALYTICAL SYSTEM OF RESOURCE SAVING IN HOUSING

Аннотация. Статья посвящена созданию расчетно-аналитической системы преобразования данных, содержащихся в платежных квитанциях ЖКХ, в знания, необходимые потребителям для принятия решений в области ресурсосбережения.

Определен энергетический потенциал в жилищном секторе РФ. Проанализированы государственные программы по энергосбережению и повышению энергоэффективности. Рассмотрены функциональные возможности существующих систем.

ющих информационных систем в области ЖКХ. Выделены основные показатели, влияющие на степень мотивированности граждан в ресурсосбережении. Разработана методика преобразования данных в знания для потребителей. Определены каналы распространения полученной информации.

Разработан прототип расчетно-аналитической системы с помощью системы управления базами данных – Microsoft Access 2010. Прототип был протестирован на наборе данных.

Ключевые слова: повышение энергоэффективности, ресурсосбережение в ЖКХ, развитие системы мотивации, расчетно-аналитическая система, информированность граждан.

Abstract. The paper is devoted to development of the computational analysis system for converting data contained in the payment receipts utilities, into the knowledge necessary for consumers decisions making in the field of resource saving. Energy potential in the residential sector of the Russian Federation is evaluated. The state programs on energy saving and increasing energy efficiency are analyzed. The functionality of existing information systems in the field of housing and communal services are reviewed. The main factors which influence on degree of citizens motivation in resource conservation are selected. The technique of converting data into knowledge for consumers is developed. The channels for dissemination of the received information are defined. The prototype of analytical system is developed on the base of database management system Microsoft Access 2010. The prototype was tested on the dataset.

Keywords: energy efficiency, resource saving in housing and community amenities, developing of motivation system, analytical system, awareness of citizens.

Работа выполнена на основе результатов проекта SE 693 EFEM (Efficient Energy Management).

Введение

Повышение эффективности использования ресурсов является необходимым условием обеспечения устойчивости, эффективности и конкурентоспособности отечественной экономики. Показателем эффективности в данном случае является объем ресурсов, затрачиваемых на производство единицы продукции. Следовательно, чтобы повысить значение данного показателя, нам необходимо снижать ресурсопотребление. Одной из ресурсоемких отраслей экономики является жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ), где потребляется электроэнергия, холодная и горячая вода, а также тепло. ЖКХ имеет достаточно высокий потенциал ресурсосбережения, что подтверждается превышением средних значений потребления указанных ресурсов в ЖКХ на душу населения по отношению к обоснованным и утвержденным нормативам. В сфере потребления электроэнергии это превышение достигает трехкратных значений [1]. Сказанное выше определяет актуальность темы ресурсосбережения в сфере ЖКХ.

Ресурсосбережение в условиях рыночной экономики определяется снижением издержек на общее потребление. В этой связи задачами исследования было:

- выявление источников затрат, связанных с потреблением ресурсов в ЖКХ;
- анализ системы мотивации ресурсосбережения для всех участников процесса производства, транспортировки, распределения и использования ресурсов в ЖКХ;
- выявление наиболее заинтересованного субъекта и предоставление ему объективной и достоверной информации, достаточной для принятия эффективных управленческих решений по ресурсосбережению.

В ходе исследования были рассмотрены техническая, организационная и бизнес – модели процессов производства, распространения, сбыта и потребления ресурсов в ЖКХ [2,3]. В эти модели введены элементы, отражающие степень мотивированности участников в решении задачи ресурсосбережения (рис. 1).

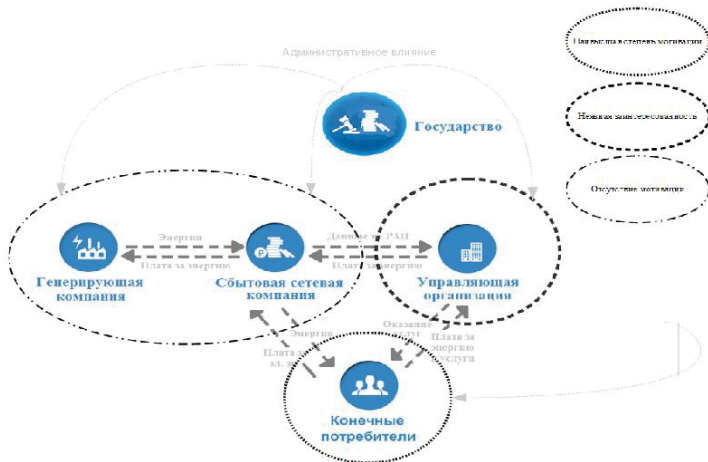


Рисунок 1. Бизнес - модель процессов производства, транспортировки, сбыта и потребления электроэнергии с учетом мотивации участников в ресурсосбережении

Анализ проблемы

Наиболее мотивированным субъектом является потребитель услуг ЖКХ. Будучи самым заинтересованным в ресурсосбережении, он часто является пассивным участником процесса, который принимает решения, основываясь не на достоверной и актуальной информации экономического характера, а на основе социальной рекламы, внутренних убеждений и т.п. [4].

Из теории принятия решения, известно, что лицо, принимающее решение, должно быть мотивировано, ему необходима информация и знания об объекте и его окружении, а также возможность воздействовать на объект путем выработки управленческих решений и их реализации [5]. Сегодня потребитель услуг ЖКХ получает не столько информацию о потребленных им ресурсах, сколько набор структурированных данных в квитанциях об оплате. Эти данные не яв-

ляются достаточной информационной базой для принятия эффективных решений по уровню потребления коммунальных ресурсов.

Таким образом, существует проблема отсутствия у конечного потребителя энергоресурсов структурированной и подготовленной для восприятия информации, достаточной для принятия решений в области ресурсосбережения, которая поспособствовала бы осмыслению основных процессов обеспечения и обслуживания многоквартирных домов (МКД), пониманию системы тарифов и способов расчета статей затрат в предъявляемых для оплаты квитанциях, анализу собственного поведения с позиции эффективного использования ресурсов и деятельности своей управляющей компании (УК).

Цели и задачи исследования

Необходимо создать систему предоставления гражданам актуальной, достоверной и полной информации, достаточной для формирования решений о необходимости (или ее отсутствии) дополнительных мер по экономии коммунальных ресурсов.

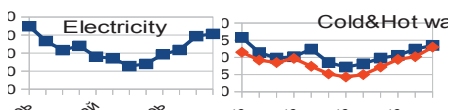
Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. С помощью методики активного маркетинга провести опрос среди жителей Санкт-Петербурга по формированию перечня знаний и соответствующей им информации, необходимых потребителю энергоресурсов при принятии решений в сфере ЖКХ;
2. Сформировать показатели оценки эффективности потребления и показатели качества, характеризующих деятельность УК;
3. Решить задачу извлечения информации и знаний из структурированных данных, разработав алгоритмы преобразования данных из квитанций, предоставляемых потребителю для оплаты;
4. Разработать структуру расчетно-аналитической системы (РАС) для сбора и обработки данных из квитанций, которая на выходе будет формировать определенный набор визуализированной информации, представляющей ценность для формирования знаний пользователя о степени его эффективности как потребителя коммунальных ресурсов;
5. Разработать прототип системы с помощью системы управления базами данных – *Microsoft Office Access 2010*.

Методы и инструменты исследования

Информация может быть получена на основе контекстного анализа данных [6]. Контекстом в рамках РАС может выступать:

- время (динамика изменения уровня индивидуального потребления);



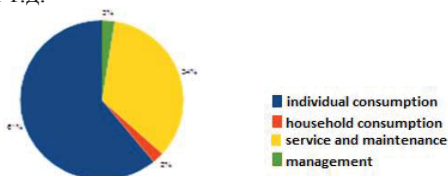
- средние значения потребления для соответствующей классификационной группы;
- сопоставление с лучшими практиками;

	Average consumption	Your consumption	Standarts
electricity	400 kWh/month	570 kWh/month	200 kWh/month
cold water	10 cub. m	11,2 cub. m	5.2 cub.m

- накладные расходы, характерные для каждой формы управления многоквартирным домом (МКД);

	Ind con	Hou con	Ser&Main	Manag
МК	71 %	3 %	13%	13%
АНО	53%	2%	36%	9%
НС	60%	2%	28%	10%

- соотношение расходов на индивидуальные нужды потребителя и расходов по содержанию и обслуживанию общедомового имущества в виде диаграмм и т.д.



Предоставляя пользователям услуг ЖКХ визуализированную информацию, РАС не только дает возможность оценить, какие статьи расходов эффективны либо неэффективны, но и позволяет сопоставить эффективность работы своей УК с другими, создавая тем самым конкурентную среду среди обслуживающих организаций.

В ходе исследования разработаны алгоритмы, отражающие формулы расчетов статей затрат платежных квитанций услуг ЖКХ, способы формирования тарифов и нормативов, составлены основные протоколы, определены базовые показатели, которые лягут в основу системы предоставления знаний об индивидуальном потреблении ресурсов в системе ЖКХ.

Сбор данных квитанций планируется осуществлять с помощью статистических отчетов расчетно-кассовых центров управляющих компаний. Методы обработки данных – описательная статистика (сбор, обобщение и характеристика совокупностей данных) и статистика вывода (оценивает характеристики совокупностей данных и выявляет открытые закономерности).

Структурирование данных, отражаемых в платежных квитанциях, проведено по классификационному признаку «Отношение вида платежа к потребителю». В итоге все данные разбиты на 4 группы, одна из которых характеризует расходы на индивидуальное потребление, а остальные - расходы УК на общедомовые нужды, за обслуживание и ремонт и за управление МКД (таблица 1).

Таблица 1.

Соотнесение видов платежей коммунальных услуг к категориям по отношению к потребителю

Категория	Вид платежа
За индивидуальное потребление	Холодное водоснабжение, м3
	Горячее водоснабжение, м3
	Водоотведение (канализация), м3
	Отопление, ГКал
	Газоснабжение, м3
	Электроснабжение, кВт*час
	Телевидение
	Радио
	Телефонная связь
	Компьютерная сеть
За общедомовые нужды	Домофон
	ОДН Холодное водоснабжение, м3
	ОДН Горячее водоснабжение, м3
	Электроснабжение МОП дн/нч, кВт*час
За содержание и ремонт МКД	Электроснабжение лифта, кВт*час
	Содержание общего имущества
	Обслуживание лифта
	Мусоропровод
	Санитарное содержание территории
	Текущий ремонт
	Обеспечение газовых сетей
	ПЗУ (тех. обслуживание переговорно-замочного устройства)
	АППЗ (тех. обслуживание автоматизированной противопожарной защиты) системы
	Капитальный ремонт
	Вступительный взнос
	Видео наблюдение
	Вневедомственная охрана территории
За управление МКД	Управление домом
	АХР (административно-хозяйственные расходы)
	Содержание счета
	Услуги ВЦ (вычислительного центра)
	Услуги

Данные, необходимые для работы РАС, делятся на две категории: данные одноразового ввода и данные ежемесячного предоставления (таблица 2)

Таблица 2.

Необходимые на входе РАС данные

Одноразовый ввод данных	Ежемесячное предоставление
Общая площадь дома (Собщ. кв м)	Показатели общедомовых приборов учета тепловой энергии, хол. и гор.водоснабжения, электроэнергии (или их отсутствие)
Общая площадь жилых и нежилых помещений	Показания индивидуальных счетчиков учета тепловой энергии, холодного и горячего водоснабжения, электроэнергии
S квартиры отдельного плательщика	Количество и размер предоставленных услуг
Категория дома согласно классификационной группе	Изменение тарифов на содержание и ремонт, на вывоз твердых отходов, на капитальный ремонт
Степень благоустройства дома (хол., гор. водоснабжение, канализация)	Изменение тарифов на энергию (электроэнергия, хол., гор. водоснаб., водоотв., тепловая энергия, газ)
Степень благоустройства квартиры (ванна, душ, водонагреватель)	
Тип плиты (газовая/электрическая)	
Тип системы теплоснабжения (откр., закр., центральный)	
Количество комнат в квартире	
Количество проживающих людей в квартире	
Группы оборудования (осветительные установки, силовое оборудование лифтов, включая системы управления и сигнализация, освещение кабин лифтов и лифтовых шахт, системы противопожарного оборудования и т.д.)	
Наличие субсидий со стороны государства (связанные с инвалидностью, многодетными семьями, военными и т.д.)	
Тарифы на содержание и ремонт, на вывоз твердых отходов, на капитальный ремонт	
Способы формирования тарифов	

Некоторые данные из списка необходимых для расчетов к 1 января 2016 года будут доступны на государственном информационном сайте ЖКХ, который должен быть создан в рамках ФЗ РФ от 21 июля 2014 г. N 209-ФЗ «О ГИС ЖКХ». А именно:

- информация о перечне, об объеме, о качестве и стоимости ресурсов, поставленных для предоставления коммунальных услуг в многоквартирные дома, жилые дома, а также коммунальных услуг, оказанных собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов, с указанием использованного порядка расчета их стоимости, а также расчет такой стоимости и соответствующие договоры на поставки таких ресурсов и оказание таких услуг;

- информация о приборах учета, используемых для определения объема (количества) ресурсов, поставленных для предоставления коммунальных услуг в многоквартирные дома, жилые дома, а также объема коммунальных услуг, предоставленных собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов, и об использовании показаний этих приборов при расчете стоимости таких услуг и т.д. [7].

Процедуры предоставления данных, относящиеся к категории ежемесячного предоставления, такие как показатели индивидуальных и общедомовых приборов учета, не регулируются данным законом, поэтому необходим специальный нормативно-правовой акт, регулирующий доступ к указанным данным.

Принцип работы расчетно-аналитической системы

Структура данных и принцип их обработки в системе показаны на рис. 2.

Маршрутизируя данные, полученные из расчетных центров, система преобразует их по определенному алгоритму и формирует информацию по каждому потребителю согласно единой разработанной форме (рис. 3).

С целью максимально полного охвата целевой аудитории, результаты работы РАС будут распространяться по двум основным каналам: через специально созданный Интернет-ресурс со свободным доступом и через традиционные бумажные квитанции для оплаты, распространяемые управляющими компаниями. Первый канал ориентирован на потребителей, которые часто используют Интернет. Он позволит предоставить пользователю максимально полно визуализированную информацию с использованием всех доступных инструментов информационно-коммуникационных технологий. Второй канал ориентирован на тех потребителей, которые не используют Интернет в повседневной жизни. Он предполагает размещение сокращенного объема визуализированной информации на обороте традиционных платежных квитанций. Следует отметить, что в истории развития жилищно-коммунальной сферы был опыт размещения дополнительной информации рекламного характера на оборотах квитанций, и люди отметили данный вид промоутинга, как один из эффективных способов привлечения внимания.

Планируемые результаты и области их применения

Эффективность использования РАС будет определяться тремя обстоятельствами:

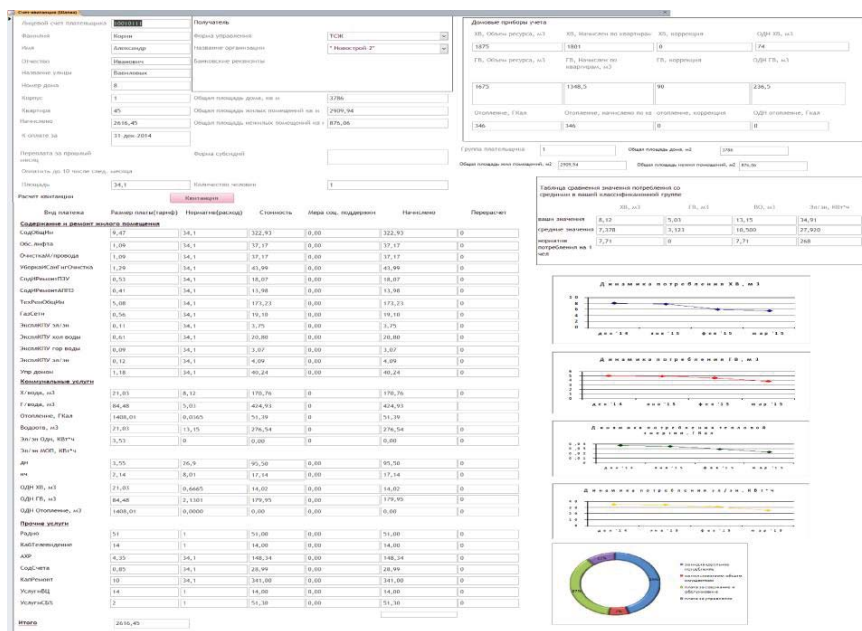


Рисунок 3. Фрагмент результирующей формы базы данных по преобразованию данных в знания

В дальнейшем возможно создание мобильного приложения, реализующего доступ к информации РАС. Это даст возможность пользователю оплачивать квитанции за коммунальные услуги с мобильных устройств организовывать более эффективное взаимодействие с управляющими компаниями через приложение (получение УК обратной связи, возможность вызывать специалиста на дом, отслеживать количество и качество выполняемых работ, и многое другое).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Постановление Правительства РФ от 22 июля 2013 г. N 614 «О порядке установления и применения социальной нормы потребления электрической энергии (мощности) и о внесении изменений в некото-рые акты Правительства Российской Федерации по вопросам установления и применения социальной нормы» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://base.garant.ru/70422296/>;
2. Шеховцов В. П. Расчет и проектирование схем электроснабжения - М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2005.- 214 с.;
3. Айзенберг Н.И., Филатов Ю.Ф. Моделирование и анализ механизмов функционирования электроэнергетических рынков // Научно-технический журнал Иркутского государственного университета, 2013, 100 С.;

4. Скворцова И. В., Отиева Л. О. Инновационные подходы к решению проблемы управления энергетическим хозяйством Политехнического вуза // ИТВ СПбГПУ, 2010, №3. С. 344;

5. Орлов А.И. Теория принятия решения. Учебное пособие. – М.: Март, 2004. – 219 с.;

6. Самочадин А. В., Нурулин Ю. Р. Информационная поддержка публичных услуг - СПб.: БХВ- Петербург, 2013. - 160 с.;

7. Федеральный закон Российской Федерации от 21 июля 2014 г. N 209-ФЗ на сайте газеты: «Российская газета. RG.RU». [Electronicresource]// [Officialwebsite]. URL: <http://www.rg.ru/2014/07/23/gkh-dok.html/> (accessed: 23.08.2014);

8. Фрагмент выступления Председателя Правительства РФ В.В. Путина на заседании Президиума Правительства Российской Федерации. [Electronic resource]// [Official website]. URL: http://www.energosovet.ru/bul_stat.php?idd=84/ (accessed: 16.02.2010).

УДК: 338.28

А.А. Григорьева

ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ РЕГИОНОВ РФ В СОВРЕМЕННЫХ РЕАЛИЯХ

RENEWABLE ENERGY: DECENTRALIZED ENERGY SUPPLY IN MODERN RUSSIAN REALITIES

Аннотация. Нефть упала в цене и достигла минимума последних лет. Тем самым, конец 2014 года показал, насколько сильно экономика РФ привязана к общемировым ценам на энергоноситель. В данной статье рассматривается возобновляемая альтернативная энергетика, а именно ветроэнергетика. Развитие данной отрасли будет способствовать снижению зависимости экономики РФ от нефти и сделает внутреннюю ситуацию более защищённой от внешних санкционных воздействий.

Ключевые слова: возобновляемая альтернативная энергетика, ветроэнергетика, ветроэнергетическая установка.

Abstract. Crude oil is so cheap, as never before. The end of 2014 showed Russia very clearly: global oil prices influences our economy. After the rapid price crash of the past months people talk about a time of recession in Russia again. The article has to do with one of a new form of renewable energies, specifically with wind energy branch and its profitability worldwide.

Keywords: renewable energy, environmental technologie, wind power industry, wind turbine.

Сегодня мировые тенденции в энергетике главным образом связаны с применением возобновляемых источников энергии (ВИЭ), прежде всего с установками, использующими энергию солнца и ветра. ВИЭ способствует развитию

технологий, инновационного потенциала страны, имеет преимущества экологической безопасности, неограниченности и общедоступности, а в контексте широкой географии Российской Федерации позволяет решить проблемы изолированных от энергоснабжения регионов, то есть диверсифицировать энергетику. Также обеспечение определенной доли энергопотребления от ВИЭ является показателем престижа страны на мировой арене.

Вместе с тем, несмотря на направления альтернативной энергетики, основная общемировая потребность в энергии удовлетворяется за счет традиционных энергоносителей, таких как нефть, газ, уголь и ядерная энергия, которые отрицательно влияют на климат, здоровье, окружающую среду и являются ограниченными ресурсами. [1]

Актуальность ВИЭ для России обусловлена в первую очередь тем, что две трети регионов РФ находятся в зоне энергодефицита, и получают энергоснабжение извне. К этим регионам относятся территории Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока с малой плотностью населения и электрической нагрузкой от 0,1 до 12 кВт/км².

Сегодня энергообеспеченность большей части рассмотренных потребителей осуществляется за счет дизельных и бензиновых электростанций, привозного керосина и газа в баллонах, древесного топлива. Однако большинство традиционно применяемых источников теплоснабжения имеют низкую энергетическую и экологическую эффективность, требуют сложной и дорогостоящей транспортной инфраструктуры, обеспечивающей доставку, недостаточно надежны.

Все это является предпосылками для реорганизации существующих и создания новых энергосистем автономного характера децентрализованного энергоснабжения. В этом случае, внедрение инноваций малой энергетики и энергосберегающих технологий позволит сэкономить значительные природные и денежные ресурсы.

Для децентрализованных регионов России наиболее высоко оценен экономический потенциал ветровой энергии. А децентрализованное комбинированное энергоснабжение на основе энергии ветра и использования регионального ТЭК привносит преимущества принципов взаимодействия и взаимнезависимости. *Взаимодействие* обеспечивает эффективное использование энергетических ресурсов, *взаимнезависимость* – живучесть автономных систем энергоснабжения при возникновении различных возмущений.[2]

Россия располагает огромными ресурсами возобновляемых источников энергии, в особенности энергией ветра. Широкое применение ветроэнергетических установок, в том числе и их сочетаний с традиционными ИЭ, сооружаемых вблизи потребителей, позволит в короткие сроки решать проблему надежного энергообеспечения как отдельных потребителей, так и групп, а также энерго- и ресурсосбережение, снижение воздействия энергетики на окружающую среду.[3]

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сидоренко Г.И., Кудряшева И.Г., Пименов В.И. Экономика установок нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Техно-экономический анализ: Учеб. пособие – СПб: Изд-во Политехн ун-та, 2008. – 248с
2. Елистаров В.В. Возобновляемая энергетика – СПб: Изд-во Политехн ун-та, 2011. – 239с
3. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ № 1715-р от 13.11. 2009 г.

УДК 620.9:332.

А.Е.Ерастов, О.В.Новикова

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОГРАММ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ. МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЕТА И ФОРМИРОВАНИЯ РЕЙТИНГА

EVALUATION OF THE IMPLEMENTATION OF REGIONAL ENERGY SAVING PROGRAMS. THE METHODOLOGY FOR CALCULATING AND FORMING RATING

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по разработке методологических подходов по оценке эффективности реализации региональных программ энергосбережения с целью формирования рейтинга регионов по эффективности реализации региональных программ энергосбережения. Актуальность исследования подчеркивается необходимостью развития отсутствующего методологического инструментария в этом направлении для наиболее сопоставимого и точного анализа. Цель исследования – разработать методику формирования интегрального показателя эффективности реализации программ энергосбережения с использованием весовых коэффициентов без применения экспертного метода их формирования, а также формирование рейтинга регионов по эффективности реализации целевых программ энергосбережения. Исследование подтвердило работоспособность разработанной методики, использование которой целесообразно для решения не только научных, но и практических задач, в том числе для целей региональной политики энергосбережения.

Ключевые слова: программно-целевой метод управления, управление энергосбережением, региональная программа энергосбережения и повышения энергетической эффективности, целевой показатель, интегральный показатель, рейтинг.

Abstract. The paper presents the findings of the development of methodological approaches for assessing the effectiveness of the implementation of regional program of energy conservation and improving energy efficiency with a view to the formation of rating of regions on the effectiveness of the implementation of regional energy efficiency programs. The relevance of the study emphasizes the need to develop

methodological tools missing in this direction for the most comparable and accurate analysis. The aim of the research is to develop a method of forming an integral indicator of the effectiveness of energy saving programs using weights without the use of an expert method of their formation, and the formation of regional rankings for the effective implementation of regional program of energy conservation and improving energy efficiency. The study confirmed the efficiency of the developed technique, the use of which is suitable for solutions not only scientific but also practical problems, including for the purposes of the regional policy of energy conservation.

Keywords: program-target method of management, energy saving management, regional program of energy conservation and improving energy efficiency, targets, integral index, rating.

Применение программно-целевого подхода в региональном управлении успешно применяется в различных направлениях государственного регулирования при решении конкретной задачи. Такой задачей является формирование региональной политики энергосбережения, структуры управления и нормативно-правовой основы.

Однако, анализ нормативно-правовой и методологической базы, регулирующей вопросы разработки и реализации программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (далее программ энергосбережения), выявил отсутствие методологических подходов к комплексной оценке эффективности реализации программ энергосбережения и формированию рейтингов на основании этого критерия. Актуальность исследования подчеркивается необходимостью модернизации методологического инструментария для наиболее сопоставимого и точного анализа субъектов разного масштаба, реализующих программы энергосбережения (в т.ч. регионов РФ в форме субъектов РФ [6]).

Также проведенный анализ нормативно-правовой и методологической базы выявил, что одним из полномочий органов государственной власти субъектов РФ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в соответствии с [1] является формирование и осуществление государственной политики энергосбережения. Государственную политику энергосбережения можно определить следующим образом - административно-правовое и финансово-экономическое регулирование на соответствующем уровне (федеральном, региональном, муниципальном, ведомственном), направленное на создание необходимых условий организационного, материального, финансового и другого характера для уменьшения объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования. Региональная политика структурно состоит из следующих основных элементов: цели, задачи, приоритеты, принципы, направления, стратегии, методы и инструменты [5]. Все эти элементы формализуются, в том числе, в программах энергосбережения.

В рамках исследования под «программой в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности» будем понимать инструмент программно-целевого метода государственного регулирования, обеспечивающий

взаимосвязь с целями и задачами направленных на сокращение объемов используемых топливно-энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта при их использовании комплекса мер (правовых, технических, организационных, экономических, технологических и иных), увязанных по ресурсам (финансовым, материальным, трудовым, временным и др.), месту проведения и срокам осуществления, а также обеспечивающий согласованность решений и действий в рамках программы. Данное определение применительно на всех уровнях разработки и реализации программ – федеральном, региональном, муниципальном, ведомственном. [6]

Основная цель исследования была сформулирована следующим образом – на основе анализа существующей методики расчета целевых показателей (далее ЦП) в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности и системы отчетности регионов по исполнению программ энергосбережения разработать методику формирования интегрального показателя эффективности реализации программ энергосбережения с использованием весовых коэффициентов без применения экспертного метода их формирования, а также формирование рейтинга регионов по эффективности реализации целевых программ энергосбережения.

Нормативные рамки предписывают наличие в региональных программах энергосбережения значений ЦП в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, достижение которых обеспечивается в результате реализации соответствующей программы.

До 28.07.2014 г. порядок расчета таких ЦП был регламентирован методикой, утвержденной Приказом Министерства регионального развития РФ от 07.06.2010 № 273 [2]. Данная методика использовалась для расчета ЦП региональных и муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Причем расчет ЦП для оценки эффективности мероприятий, включенных в региональные и муниципальные программы, осуществлялся с применением индикаторов, отражающих общее состояние субъекта РФ. Всего методика предполагала расчет 45-ти показателей для региональных программ.

Однако, 28.07.2014 г. в Министерстве Юстиции был зарегистрирован приказ Министерства энергетики РФ, который установил новые правила расчета ЦП для региональных и муниципальных программ энергосбережения [3]. Действующая методика предполагает расчет 31-го показателя для региональных программ, сгруппированных в 4-х группах:

1. Общие ЦП в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (9 показателей);
2. ЦП в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в государственном секторе (6 показателей);
3. ЦП в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в жилищном фонде (7 показателей);
4. ЦП в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в промышленности, энергетике и системах коммунальной инфраструктуры (9 показателей).

На основании этих ЦП возможен расчет эффективности реализации программ энергосбережения в виде интегрального показателя.

Для расчета интегрального показателя эффективности реализации программ энергосбережения в рамках исследования применялся метод построения интегрального критерия, используемого для относительной оценки качества исполнения региональных программ энергосбережения с использованием энтропийного метода нахождения весовых коэффициентов, базирующегося на анализе оценок среднеквадратичных отклонений значений индексов достижения заданных ЦП, получаемых по всей совокупности исследуемых региональных программ энергосбережения.

В рамках методики для определения интегрального показателя эффективности реализации программ энергосбережения предусматривается переход от системы ЦП программ энергосбережения к системе индексов достижения заданных ЦП с целью приведения системы к более удобному сопоставимому виду. С другой стороны, данный переход позволит нивелировать при расчетах разницу в потенциальных возможностях регионов (в части объема и структуры ВРП, потенциала энергосбережения, финансовых возможностей по реализации программ энергосбережения и т.д.) и учесть различия условий реализации программ в регионах, так как ввиду ограниченности ресурсов (экономических, политических, энергетических и т.д.) целевые установки, закладываемые в программы энергосбережения, устанавливаются с учетом такой ограниченности.

Обозначим степень достижения заданного ЦП через индекс a_{ij} (где $i=1...k$ – порядковый номер ЦП в программе энергосбережения, $j=1...n$ – порядковый номер программы в рассматриваемой группе для которых производится расчет интегрального показателя эффективности реализации региональных программ энергосбережения).

Тогда индекс достижения заданного ЦП для показателей увеличение значения которых приводит к положительной оценке можно определить по формуле:

$$a_{ij} = 1 + \frac{a_{факт\,ij} - a_{план\,ij}}{a_{план\,ij}}, \quad (1)$$

где $a_{план\,ij}$ - заданный ЦП в программе энергосбережения за рассматриваемый период, $a_{факт\,ij}$ - фактически достигнутый ЦП в программе энергосбережения за рассматриваемый период.

Индекс достижения заданного ЦП для показателей снижение значения которых приводит к положительной оценке можно определить по формуле:

$$a_{ij} = 1 + \frac{a_{план\,ij} - a_{факт\,ij}}{a_{план\,ij}}, \quad (2)$$

Данный переход позволяет обеспечить безразмерность элементов системы; ввести единый диапазон изменения значений элементов системы (например, от 0 до 1) для удобства сравнения различных программ энергосбережения;

обеспечить однонаправленность всех элементов системы (возрастание значения элемента системы будет свидетельствовать о повышении эффективности достижения ЦП, а убывание – о снижении эффективности достижения ЦП).

На следующем шаге, после преобразования системы ЦП к безразмерному виду необходимо произвести оценку среднеквадратичного отклонения по каждому индексу достижения заданного ЦП по формуле:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (a_{ij} - a_i^{cp})^2}{n-1}}, \quad (3)$$

где σ_i - среднеквадратичное отклонение; a_{ij} - значение индекса, обозначающего степень достижения заданного ЦП для j -ой программы энергосбережения; a_i^{cp} - оценка значения математического ожидания i -го индекса, обозначающего степень достижения заданного ЦП; n - число программ энергосбережения, для которых производится оценка их реализации.

В свою очередь a_i^{cp} вычисляется по формуле:

$$a_i^{cp} = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n}, \quad (4)$$

Фактически среднеквадратичное отклонение дает оценку разброса данных относительно среднего значения, и в нашем случае, так как значения нормированы, значение σ_i будет находиться в пределах $0 \leq \sigma_i \leq 0,5$. Равенство $\sigma_i=0$ означает, что все значения индекса a_{ij} , обозначающего степень достижения заданного ЦП равны между собой. Если значение индекса для всех программ энергосбережения инвариантно, то сравнение качества их реализации между собой по этому критерию является наименее интересным. Более интересен другой крайний случай, когда значение $\sigma_i=0,5$. Тогда разброс значений a_{ij} относительно среднего максимален, а это означает, что одни объекты по этому критерию дают максимальную, а другие - минимальную оценку. Следовательно, на этот частный критерий следует обратить особое внимание, так как результат реализации программ энергосбережения по этому критерию резко отличается. Поэтому необходимо добиваться от «худших» программ энергосбережения, чтобы они достигли уровня передовых (по этому индексу a_{ij}), а отсюда следует, что вес этого критерия (обозначим его через λ_i) при расчете значения интегрального показателя эффективности реализации региональных программ энергосбережения должен быть максимальным [4]. Обобщая сказанное, можно утверждать, что чем больше значение оценки σ_i , тем больше должно быть и значение коэффициента λ_i . Исходя из вышесказанного примем $\lambda_i = \sigma_i$.

Для удобства проведения расчетов приведем диапазон изменения веса критерия путем масштабирования к интервалу $[0; 1]$. Для этого введем новый показатель веса критерия β_i , который будет пропорционален λ_i , а их сумма будет равна 1:

$$\beta_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^k \lambda_i}, \quad (5)$$

Тогда формула для расчета обобщенного (интегрального) показателя эффективности реализации программы энергосбережения примет вид:

$$Y_j = \sum_{i=1}^k \beta_i \times a_{ij} , \quad (6)$$

Из формулы следует, что Y_j принимает значения в интервале $[0; 1]$, причем нулевое значение свидетельствует о наихудшей ситуации по реализации программы энергосбережения, а значение равное «1» - о наилучшей.

На основании полученной системы обобщенных (интегральных) показателей эффективности реализации программ энергосбережения возможно построение рейтинга субъектов разного масштаба, реализующих программы энергосбережения (в т.ч. регионов). В рамках исследования под рейтингом будем понимать систему специальных (интегральных) показателей на конкретную отчетную дату, формализованных посредством ранжирования объектов рейтингования (региональных программ энергосбережения) в рамках определённой комплексной и независимой системы оценки.

Объектом рейтингования выступают регионы (субъекты) РФ, реализующие программы энергосбережения.

Основными группами потребителей рейтинга являются:

- федеральные и региональные органы исполнительной власти;
- лица, принимающие решения в рамках разработки и корректировки программ энергосбережения;
- лица, принимающие участие в реализации программ энергосбережения;
- иные заинтересованные лица, в том числе население регионов РФ и др.

Источником данных для формирования рейтинга являются программы энергосбережения регионов, а также официальные отчетные данные регионов по достижению заданных целевых показателей программ энергосбережения.

В рамках исследования была решена поставленная задача (использование в методике весовых коэффициентов без применения экспертного метода их формирования) за счет применения методологии, в основе которой лежит принцип построения интегрального критерия эффективности, который используется для относительной оценки качества исполнения региональных программ энергосбережения с использованием энтропийного метода нахождения весовых коэффициентов. Исследование подтвердило работоспособность разработанной методики (при расчете рейтинга ряда регионов по эффективности реализации целевых программ энергосбережения по совокупности ЦП группы А «Общие целевые показатели в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности»), использование которой целесообразно для решения не только научных, но и практических задач, в том числе для целей региональной политики энергосбережения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – Электрон. дан. - [СПб, 2015].

2. Об утверждении Методики расчета значений целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в том числе в сопоставимых условиях. Приказ Министерства регионального развития РФ от 7 июня 2010 г. № 273 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – Электрон. дан. - [СПб, 2015].

3. Об утверждении методики расчета значений целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в том числе в сопоставимых условиях. Приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 30 июня 2014 года № 399 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – Электрон. дан. - [СПб, 2015].

4. Раев А. Г. Об одном способе определения весовых коэффициентов частных критериев при построении аддитивного интегрального критерия / А.Г. Раев // Автомат. и телемех. – 1984. - выпуск 5. –С. 162–165.

5. Коростышевская, Е. М. Стратегия развития и целеполагание в региональной политике России / Е. М. Коростышевская, В. А. Плотников // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, Сер.: Экономические науки. - 2014. - № 3 (197). - С. 38-46.

6. Ерастов А. Е., Новикова О.В. К вопросу о единой терминологии в системе регионального управления энергосбережением // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2015. № 2-2(216). С. 68-75.

УДК: 338.28

Б.А.Кац, И.Н.Антоненко

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ АКТИВАМИ. ИСТОРИЯ, СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

ASSET MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS. HISTORY, STATUS AND PROSPECTS

Аннотация. Статья посвящена истории, состоянию и перспективам использования в нашей стране информационных систем управления ТООП. Описывается классификация и функции этих систем, обсуждаются проблемы их внедрения и использования. Рассмотрены роль и место систем управления ТООП в системе управления активами предприятия. Дана оценка перспектив с позиций новых международных стандартов ISO серии 55000 на системы менеджмента активов.

Ключевые слова: управление производственными активами, ТООП, информационные системы, системы EAM/MRO/CMMS, ISO 55000.

Abstract. This article is devoted to the history, current condition and future prospects of EAM/MRO/CMMS information systems in our country. The classification and functions of these systems, as well as problems of their implementation and use are described. The role and place of information systems in asset management

systems for enterprise is highlighted. The future prospects from the standpoint of new international standards ISO 55000 series of asset management systems are evaluated.

Keywords: enterprise Asset Management, Maintenance and Repair, Information Systems, EAM/MRO/CMMS systems, ISO 55000.

Введение

Одним из важнейших направлений автоматизации в энергетике и промышленности является использование современных информационных технологий для управления процессами эксплуатации и ремонта.

За управление техническим обслуживанием и ремонтами по современным представлениям отвечает класс информационных систем, называемый «Системы управления производственными (физическими) активами предприятия». Соответствующий англоязычный термин - Enterprise Asset Management (EAM). Эти системы решают комплекс задач, связанных с эффективностью использования всех физических активов предприятия - производственного оборудования, зданий и сооружений, вспомогательного оборудования и инженерных сетей.

Система класса EAM включает в себя подсистему поддержки принятия решений, которая предоставляет руководителю интегральные показатели – например, подсистему мониторинга простоев оборудования (основанную на показателях доступности, эффективности и качества). Функции систем класса EAM охватывают широкий круг задач, от паспортизации оборудования, выбора стратегий обслуживания и планирования ТО и ремонтов, до обеспечения процессов ТОиР персоналом и ресурсами (как материальными, так и финансовыми), анализа результатов управления и пересмотра программ обслуживания

В России системы, решающие все или некоторые указанные задачи, часто называют информационными системами управления ТОиР (ИСУ ТОиР).

Имеется значительное число статей и интернет-публикаций, посвященных отдельным аспектам разработки, внедрения и использования ИСУ ТОиР. Тем не менее, до сих пор нет ни одной отечественной книги, посвященной этому классу информационных систем. Задача данной статьи – в какой-то мере заполнить этот пробел.

О классификации и функциях систем управления ТОиР

Компьютеризированные системы управления техническим обслуживанием (CMMS, Computerized Maintenance Management System) появились на Западе в 70-х годах прошлого века, еще до наступления «эры персональных компьютеров». Первые системы этого класса работали с использованием мини-ЭВМ и монохромных алфавитно-цифровых дисплеев, и решали ограниченный круг задач, относящихся непосредственно к управлению ТОиР: учет и паспортизация оборудования, планирование ремонтов, учет дефектов и работ по их устранению, формирование потребности в запчастях и персонале.

Эти системы позволяли и позволяют до настоящего времени решать тактическую задачу — поддержание технической готовности оборудования, с реализацией учетных функций (работы, затраты, запчасти), безотносительно к эффективности активов.

Потребность в решении стратегических задач предприятия, таких как повышение производительности активов и персонала, оптимизация затрат на ТОиР и владение активами при минимуме рисков, повышение инвестиционной привлекательности предприятия и т.д., — потребовала совершенствования CMMS-систем, разработки продуктов качественно нового уровня. В результате в системах управления ТОиР появляются такие функции, как

- ведение данных о полном жизненном цикле активов;
- выбор и оптимизация стратегий обслуживания и ремонта;
- анализ причин аварий и поломок;
- управление персоналом, задействованным в процессах жизненного цикла активов;
- управление финансами, связанными с владением активами.

Системы с расширенными таким образом функциями принято относить к классу EAM – Enterprise Asset Management, управление производственными активами предприятия. Этот термин введен в обиход аналитической компанией Gartner Group в 1998 году, и стал общеупотребительным, в том числе в России.

Таким образом, CMMS и EAM–системы имеют базовое отличие, заключающееся в направленности на решение задач различного уровня, и отличие в функциях. Кроме того, если CMMS-системы предполагают их использование на уровне цеха или иной производственной единицы, то EAM-системы обеспечивают подключение большого количества пользователей со всех производственных площадок предприятия, ведение баз данных большого объема (десятки и сотни тысяч записей об оборудовании), обмен информацией с другими системами АСУП и АСУ ТП, т.е. рассчитаны на автоматизацию управления активами крупного предприятия или корпорации в целом.

Тем не менее, деление на CMMS и EAM-системы не является строгим. CMMS-системы могут расширяться до функциональности, близкой к EAM, за счет расширения функций планирования ремонтов, управления персоналом, а также путем подключения дополнительных модулей, например, снабжения, бюджетирования и т.п.

Формальный перечень отличий CMMS EAM приведен в [1] в виде следующей таблицы:

Таблица 1.

ВОЗМОЖНОСТИ	CMMS	EAM
Состав и иерархическая структура оборудования	+	+
Склад запасных частей и материалов	+	+
Трудовые ресурсы	+	+
Формирование и обработка заявок на снабжение	+	+
Планирование предупредительного обслуживания	+	+
Учет и контроль затрат	+	+
Учет и контроль выполнения работ	+	+
Стандартная и специальная отчетность	+	+

ВОЗМОЖНОСТИ	CMMS	EAM
Поддержка всего жизненного цикла оборудования		+
Сервисное обслуживание		+
Прогнозируемое обслуживание (по состоянию)		+
Выбор стратегии обслуживания		+
Управление физическими рисками владения активами		+
Обслуживание, ориентированное на надежность		+
Анализ коренных причин отказов		+
Анализ стоимости жизненного цикла активов		+
Управление технической документацией		+
Анализ эффективности использования активов		+
Планирование развития производственных активов		+

Перечисленные отличия не означают, что CMMS–системы во всех случаях хуже. При прочих равных условиях они дешевле, проще в освоении, внедрении и эксплуатации, что опять же означает меньшую стоимость владения. Поэтому их целесообразно использовать на относительно небольших предприятиях. Могут быть такие системы быть использованы и на средних предприятиях в качестве программного обеспечения начального уровня (для пилотных проектов, с перспективой расширения до системы класса EAM).

Поставщики интегрированных систем управления предприятием (систем MPR/MRPII/ERP), стремясь охватить всю совокупность бизнес–процессов предприятия, на определенном этапе развития своих продуктов дополняли их модулями, предназначенными для управления ТОиР. Сегодня модули для управления ТОиР есть в большинстве интегрированных систем управления предприятиями (как зарубежных – SAP R3, Microsoft Dynamics и др., так и отечественных – таких, как «1C:ERP Управление предприятием», «Галактика ERP» и др.).

Таким образом, решения в области управления ТОиР можно классифицировать следующим образом.

Таблица 2.

Решение	Общее описание
Системы EAM (Enterprise Asset Management- управление активами предприятия)	Специализированные системы, которые позволяют автоматизировать управление активами на всем жизненном цикле, в том числе процессы ТОиР и обеспечивающие процессы (снабжение, управление ремонт-

Решение	Общее описание
	ным персоналом, финансы). Основное преимущество – специализация именно на управлении активами.
Системы CMMS (Computerized Maintenance Management System- автоматизированные системы управления ТОиР)	Сравнительно простые информационные системы, направленные на управление только процессами ТОиР и практически не позволяющие полноценно автоматизировать обеспечивающие процессы.
Модули ТОиР ERP систем	Отдельные интегрированные модули в ERP-системах. Основное преимущество - интеграция со всеми остальными модулями данной ERP-системы. Обладают, как правило, ограниченной функциональностью в части управления ТОиР.

ИСУ ТОиР в России

Первые зарубежные системы управления ТОиР в России появились в начале 90-х годов.

Из них можно упомянуть ирландскую систему фирмы ESBI, которая по программе помощи странам бывшего СССР (TACIS) была установлена в самом начале 90-х на нескольких электростанциях. В их числе были Южная ТЭЦ в Санкт-Петербурге и Смоленская АЭС. Эта система работала на мини-ЭВМ, к которой были подсоединены несколько алфавитно-цифровых терминалов. Система не допускала расширение ни в части функций, ни даже в части количества подключаемых терминалов (теоретически такие возможности были, но за них надо было платить – а это руководство станций не намерено было делать). Тем не менее, драгоценный опыт, который получили энергетики, участвовавшие во внедрении, впоследствии был использован при работе с отечественными ИСУ ТОиР.

В начале 90-х, с распространением персональных компьютеров, «умельцы» на некоторых предприятиях на первых персональных компьютерах стали разрабатывать системы учета оборудования и календарного планирования ремонтов. Но это были нетиражируемые продукты, и практически все они ушли, не оставив следа. В это же время появились тиражируемые продукты, привязанные к определенной отрасли. Например, в 1991 г. появилась «Информационно-управляющая система «Эрлан-1» (AirLAN-1), предназначенная для информационного обеспечения технической эксплуатации самолетов и вертолетов российского производства. Ее распространение в отрасли курировал Департамент воздушного транспорта Минтранса РФ. Она была ориентирована на MS-DOS и набор DBF-файлов DBaseIII+.

В те же годы в России появилась система AMOS-D, разработанная в Норвегии в начале 80-х и ориентированная на потребности ТОиР судоходства. В

России систему AMOS начала продвигать фирма НПП «СпецТек» - в 1992 г. НПП «СпецТек» начала продажи AMOS-D под ОС MS-DOS, а позднее - AMOS for Windows. На тот момент это был первый на российском ИТ-рынке продукт в своем классе, поскольку в отличие от других он распространялся на рыночной основе.

Вместе с тем, становились очевидными ограниченность ниши отраслевых решений и тенденции развития, направление которых – универсальный продукт с возможностью реализации (настройки) отраслевых задач.

Уже в конце 90-х на российском рынке появился ряд программ – как российских, так и зарубежных – которые, пройдя долгий путь развития, используются до сих пор.

Одной из первых отечественных тиражируемых универсальных систем управления ТООР была система TRIM. Первые проекты по внедрению информационных систем на базе комплекса TRIM были реализованы в 1998 году. При этом НПП «СпецТек» использовала свой опыт работы с системой AMOS в собственной разработке.

Общее количество фирм-разработчиков, вышедших с тех пор на рынок ИСУ ТООР в России, составило около двух десятков. Количество новых проектов ИСУ ТООР в России росло с каждым годом примерно до 2006-2007 года, а затем стабилизировалось на уровне 70-80 новых проектов в год.

На сегодня сформировалась группа лидеров, занимающих большую часть российского рынка ИСУ ТООР. В их числе SAP R/3 PM, IBM Maximo, Oracle eAM, TRIM, IC:ТООР. Если говорить о проектах по отраслям, то среди лидеров – энергетика, транспорт, нефтедобыча и нефтепереработка. В последние несколько лет по количеству проектов к ним приблизились пищевая промышленность, строительство, ЖКХ, машиностроение. Но по количеству пользователей систем ТООР первая группа существенно опережает вторую, за счет мега-проектов в энергетике и на транспорте. Сводные данные по проектам ИСУ ТООР можно найти в [2].

Чем управляют системы управления производственными активами

В соответствии с процессным подходом к задачам управления, определим перечень процессов, которыми нужно управлять. В первом приближении можно выделить следующие основные группы взаимосвязанных процессов управления производственными активами:

- учет и паспортизация оборудования, учет нормативов на его эксплуатацию и ремонт;
- оперативная регистрация технических показателей, эксплуатационного и технического состояния оборудования; оценка технического состояния оборудования;
- процессы планирования работ по техническому обслуживанию и ремонту (ТООР) и учета их выполнения;
- процессы обнаружения дефектов и отказов, планирования и контроля работ по их устранению;
- процессы обеспечения ресурсами работ по ТООР;
- выбор и пересмотр стратегий обслуживания;

— измерение и анализ показателей перечисленных процессов, работы по совершенствованию системы управления производственными активами.

Подробное описание каждого из перечисленных процессов см. [3].

Сегодня становится очевидным, что существенное повышение эффективности перечисленных процессов возможно только при условии применения современных информационных технологий.

Анализ показателей эффективности, работы по совершенствованию системы управления производственными активами

Применение ИСУ ТОиР дает принципиально новое качество в управлении процессами ТОиР. Получаемые преимущества состоят не только в повышении прозрачности процессов, точности и оперативности учета ресурсов. Появляются ранее отсутствовавшие возможности по анализу результатов ТОиР в целом по предприятию, по анализу тенденций и трендов. Подробно этот вопрос рассмотрен в [4].

Для обеспечения управления процессами ТОиР на верхнем уровне (цех, предприятие, холдинг), а также для анализа эффективности управления на длительных интервалах времени, необходимо оперативно получать достоверные данные из системы в агрегированном виде, иначе говоря — в виде системы показателей. Полученные показатели должны анализироваться на предмет соответствия их целевым значениям, и далее использоваться при выработке управляющих решений [4]. Важным фактором при этом является наглядность отображения. При внедрении ИСУ ТОиР построению системы показателей эффективности должно уделяться особое внимание.

Возможности системы должны включать средства автоматизированного и автоматического расчета различных показателей. Как правило, ЕАМ-системы имеют типовый набор показателей эффективности процессов управления активами, который используется в качестве стартового варианта в конкретных проектах, и систему аналитических отчетов, реализующую расчет и наглядное отображение этого набора показателей.

Однако наличие программных средств, позволяющих обеспечить автоматизированное получение различных показателей, их хранение и удобное отображение, не гарантирует того, что эта система будет успешно использоваться. Это оказывается возможным лишь при выполнении определенных условий [4]:

- утверждение системы показателей основных процессов управления активами руководством предприятия в качестве обязательной для использования;
- введение в действие утвержденного регламента, обеспечивающего регулярный ввод в ИСУ ТОиР исходных данных, необходимых для расчета указанных показателей;
- назначение ответственных исполнителей и исполнителей, которые в силу своих должностных обязанностей должны использовать результаты анализа в своей работе, и, что немаловажно, способных это делать.

Взаимодействие ИСУ ТОиР с другими автоматизированными системами предприятия

Необходимость в интеграции ИСУ ТООР с другими автоматизированными системами предприятия определяется потребностями взаимодействия должностных лиц и служб. С одной стороны, есть сведения, которые хотели бы получать от ремонтной службы руководство и другие службы предприятия (в первую очередь финансовые, снабженческие, складские). С другой стороны, есть данные, которые необходимы для ремонтной службы (или могут помочь в ее работе), и имеются в других информационных системах предприятия.

В иерархии систем управления, имеющихся на предприятии, ИСУ ТООР занимает «средний» этаж между системами нижнего уровня (АСУТП, системы диагностики и мониторинга) и системами верхнего уровня (ERP, BI). Подробно этот вопрос рассмотрен в [5]. Рассмотренные в [5] примеры говорят о многообразии вариантов взаимодействия ИСУ ТООР с другими автоматизированными подсистемами. При реализации многочисленных проектов внедрения системы TRIM накоплен значительный опыт организации взаимодействия с разнообразными «соседями». Разработаны типовые решения, на основе которых могут быть быстро и эффективно реализованы требования, возникающие в конкретных проектах.

Можно утверждать, что сегодня технические вопросы организации связей между различными подсистемами проблем не вызывают. Поэтому на первый план выходят задачи разработки алгоритмов обмена и оптимального разграничения функций между подсистемами с учетом специфики конкретных проектов.

Взаимодействие с другими подсистемами существенно увеличивает эффективность использования ИСУ ТООР, и расширяет сферу ее применения.

Проблемы внедрения и использования

А. Проблемы локализации. Большинство внедрений ИСУ ТООР в крупных проектах (в частности, в энергетике) – это продукты западных компаний. Во многих случаях к тому же – это не специализированные программные комплексы управления ТООР, а модули в интегрированных системах управления предприятиями. В этих случаях одна из основных проблем – то, что посредники, предоставляющие услуги по вводу системы в эксплуатацию, начальному наполнению БД, обучению – оторваны от изготовителей ПО, с очевидными последствиями. Очень трудно сшить костюм по фигуре, если портной – за океаном.

Стоит также отметить, что модули ТООР в ERP-системах не являются самостоятельными программами. Нельзя внедрить модуль ТООР отдельно от остальных модулей ERP-системы, так как он без них не будет работать. Более того, нельзя начать внедрение ERP-системы с модуля ТООР – сначала внедряются модули финансового блока, а модуль ТООР внедряется в последнюю очередь.

Кроме того, модули ТООР являются второстепенными в ERP-системах. По этой причине они медленно развиваются, их новые версии выходят редко, раз в несколько лет. ERP-системы, как известно, изначально ориентированы на поддержку совокупности процессов "продажи – закупки – склад", и решают эти задачи весьма успешно. Однако это сказывается на свойствах модуля ТООР, ко-

торый приобретает финансовую ориентацию, направленную, главным образом, на сбор данных о затратах. В результате предприятие сталкивается с тем, что модуль концептуально отличается от того видения процессов ТОиР, которого придерживаются ремонтно–эксплуатационные службы. При внедрении таких модулей имеется риск получить систему управления ТОиР, которой будут довольны сотрудники служб ИТ и бухгалтерии, но не те, кто непосредственно занят в процессах ТОиР. Более подробно этот вопрос рассмотрен в [6].

Здесь неплохо бы вспомнить о понятии «импортозамещения». В этой области отечественные системы явно не хуже зарубежных. А стоимость их приобретения, внедрения и сопровождения по каждой из составляющих (приобретение лицензий, наполнение БД, обучение, адаптация) в разы меньше зарубежных аналогов. Однако зачастую выбор дорогой западной системы диктуется соображениями, далекими от интересов предприятия.

Б. Организационные проблемы на предприятии-Заказчике. Внедрение таких систем зачастую оторвано от нужд реальных потребителей услуг этих систем – от нужд эксплуатационного и ремонтного персонала. Другая крайность – когда руководство предприятия самоустраивается от проблем внедрения и использования ИСУ ТОиР, сбрасывая контроль их использования на «нижний уровень».

В. Квалификация персонала. Речь идет вовсе не о квалификации в области ИТ. Важный момент – то, что наличие ИСУ ТОиР (как любого инструмента) приводит к полномасштабному эффекту только в том случае, когда менеджеры соответствующих уровней умеют использовать этот инструмент. Умеют руководить не «матом и автоматом», а с помощью современных технологий управления – сбора и анализа статистики, использования системы показателей эффективности. А это – проблема в современной России. Прежде всего – проблема образовательная. Зачастую в результате игнорирования перечисленных проблем оказывается, что система стоимостью в миллионы долларов либо реально не используется (хотя формально введена в эксплуатацию), либо используется с минимальной функциональностью, которую могли бы предоставить системы на порядки меньшей стоимости.

От управления ТОиР – к управлению активами

Развитие практики внедрения ИСУ ТОиР движется от простого отображения в автоматизированном виде существующих на предприятии процессов по принципу «как есть» к их реинжинирингу и постоянному улучшению.

Именно на улучшение процессов ориентируют бизнес-сообщество новые международные стандарты по управлению активами (ISO серии 55000), опубликованные в начале 2014 г. Приказом Росстандарта создан национальный Технический комитет по стандартизации

№ 86 «Управление активами», который разработал российскую версию этих стандартов [7].

Методология, предлагаемая в этих стандартах, предполагает связь стратегий ТОиР с целями организации, когда повышение надежности оборудования не является самоцелью. Управление активами в соответствии со стандартами

ISO серии 55000 предполагает нахождение баланса между затратами, рисками, перспективными возможностями и требуемой производительностью активов.

Роль информационных систем как средства поддержки определена в п. 2.5.3.5 стандарта ISO 55000. Как указано в стандарте, необходимость в информационной системе обусловлена тем, что необходимо решать множество проблем, связанных со сбором, верификацией и консолидацией данных об активах для того, чтобы преобразовать их в информацию об активах. Создание, контроль и документирование этой информации являются критическими функциями системы управления активами.

Безусловно, при попытках заимствования зарубежных достижений в этой области (как, впрочем, и в любой другой) необходим учет российских особенностей, специфики отрасли и конкретного предприятия («контекста» внедрения). Однако в целом совокупность имеющихся в мире стандартов, имеющих отношение к управлению активами, может служить для нас ориентиром на ближайшее будущее.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Joe Strub, P.J. Jakovljevic EAM Versus CMMS: What's Right for Your Company? // Опубликовано на www.technologyevaluation.com, march 15, 2004.

2. Данилов С., Скворцов, Ноздрин О. Автоматизация ТООП. Хроника внедрений // Опубликовано на <http://www.prostoev.net/biblioteka/publikatsii/90-avtomatizatsiya-toir-khronika-vnedrenij> (актуальность - май 2013).

3. Кац Б.А., Молчанов А.Ю. Управление производственными активами с помощью современных информационных технологий// Автоматизация в промышленности. 2014. №8. С. 34-40.

4. Кац Б.А. От информационной системы – к системе управления ТООП // Главный механик. 2009. №11. С. 60-65.

5. Кац Б.А. Взаимодействие информационной системы ТООП с другими АСУ предприятия // Автоматизация в промышленности. 2013. №8. С. 43 – 46.

6. Антоненко И.Н. Программное обеспечение для систем ТООП: особенности выбора // Химагрегаты. 2008. №3. С. 34-39.

7. Антоненко И.Н. Готовимся управлять активами правильно// Вестник арматурщика. 2015. №2(22). С. 88-90.

УДК: 502.55 : 621.039.7

Е.В.Климова

АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, ЧЕЛОВЕК И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

NUCLEAR POWER, HUMAN AND THE ENVIRONMENT

Аннотация. Рассматриваются проблемы атомной энергетики, связанные с аварийностью АЭС. Обсуждаются вопросы экологической безопасности.

Ключевые слова: атомная энергетика, человек, окружающая среда.

Abstract. Discusses the problems of nuclear energy, associated with the accident of the NPP. Discusses issues of environmental safety.

Keywords: nuclear power, people, environment.

Первая в мире промышленная АЭС мощностью 5 МВт была запущена 27 июня 1954 года в СССР, в городе Обнинск Калужской области. В настоящее время АЭС эксплуатируются в 31 стране мира, где проживает примерно 70% населения нашей планеты.

Практически на всех АЭС время от времени случаются аварии различного характера и масштаба. Наиболее серьезные аварии имели место на Чернобыльской АЭС и на АЭС «Фукусима-1» в Японии.

Авария на Чернобыльской АЭС, расположенной вблизи украинско-белорусской границы, произошла 26 апреля 1986 г., и привела к следующим последствиям:

- 31 человек погиб;
- радиоактивному загрязнению подверглась территория в радиусе более 2 тыс. км, охватившая более 20 государств;
- в России пострадало 11 областей с общим населением порядка 17 млн. человек;
- общая площадь загрязнённых территорий превысила 80 тысяч км²;
- были эвакуированы более 135 тысяч человек, проживавших в радиусе 30 километров от разрушенного реактора;
- для ликвидации последствий катастрофы государством было мобилизовано около 600 тысяч человек, из них 340 тысяч военнослужащих;
- из 600 тысяч ликвидаторов аварии 10% умерло и 165 000 стало инвалидами;
- ликвидация последствий обошлась миру в 200 млрд. долларов, при этом работы по ликвидации еще не закончены.

Авария на АЭС «Фукусима-1», крупнейшая за последние 25 лет после катастрофы на Чернобыльской АЭС, произошла 11 марта 2011 г. после землетрясения магнитудой 9,0 на северо-востоке Японии. Вслед за подземными толчками на побережье пришла 14-метровая волна цунами, которая затопила четыре из шести реакторов АЭС и вывела из строя систему их охлаждения, что привело к серии взрывов водорода и расплавлению активной зоны. На первом и третьем блоках была повреждена крыша. Произошли утечки радиации в атмосферу и морскую воду. Полная ликвидация последствий, включая демонтаж реакторов АЭС Фукусима-1, потребует 30 млрд. долларов и займет около 40 лет.

Аварии и проблемы захоронения токсичных отходов серьезно подорвали доверие к атомной энергетике. В результате поставарийного синдрома в ряде стран Западной Европы были остановлены отдельные энергоблоки АЭС (Италия, Германия, Польша). Швейцария и Бельгия заявили о поэтапном выводе из эксплуатации своих АЭС 2034г. и 2025 г. соответственно. О прекращении эксплуатации и запрете на строительство АЭС объявили Армения, Швеция, Брази-

лия и Мексика. Белоруссия и Украина объявили мораторий на строительство АЭС [1].

Социальные последствия аварий на АЭС

Население Турции и Финляндии вышло на улицы с протестами против строительства АЭС. В Индии отмечены столкновения протестующих против строительства АЭС – основного объекта российско-индийского сотрудничества в области атомной энергетики. В Чехии прошли акции протеста против создания хранилища радиоактивных отходов.

В нижегородской области от 62 до 66% населения против строительства АЭС. В Муроме, Татарстане, Ульяновске протестующие требуют отказаться от строительства аварийно-опасного объекта – модульной АЭС в Димитровграде со сроком эксплуатации 60 лет, позволяющей регулировать мощность станции до 200, 300, 400 и более мегаватт.

Ущерб здоровью человека

Среди ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС было зарегистрировано более 130 случаев острой лучевой болезни. В 90-ых годах было зарегистрировано более 4000 случаев заболевания раком щитовидной железы, наиболее подверженной риску возникновения рака в результате радиоактивного загрязнения, среди тех, кому в момент аварии было менее 18 лет. Несомненно, что часть этих случаев является прямым следствием облучения.

У ликвидаторов и жителей загрязненных областей отмечались головные боли, расстройства обмена веществ, понижение артериального давления, невращения, хронические воспалительные заболевания верхних дыхательных путей, угнетение системы иммунитета и кроветворения. Кроме того, с загрязнением окружающей среды связывают рост числа бесплодных браков, самопроизвольных аборт на ранних сроках беременности, мертворождений и врожденных пороков развития.

Ущерб окружающей среде

В результате аварий на АЭС происходит загрязнение земельных ресурсов, воды и воздуха, возможно полное уничтожение лесов, наносится большой вред биосфере и сельскохозяйственным угодьям.

При строительстве и эксплуатации АЭС также имеют место различные факторы техногенного воздействия на окружающую среду [4]:

- локальное механическое воздействие на рельеф при строительстве;
- сток поверхностных и грунтовых вод, содержащих химические и радиоактивные компоненты;
- изменение характера землепользования и обменных процессов в непосредственной близости от АЭС;
- изменение микроклиматических характеристик прилегающих районов.

Мощные источники тепла в виде градирен, водоемов-охладителей, необходимых для нормальной эксплуатации АЭС, существенно изменяют микроклиматические характеристики близлежащих районов. Движение воды в системе теплоотвода, сбросы технологических вод, содержащих разнообразные химические компоненты, оказывают негативное воздействие на популяции, флору и фауну экосистем.

Международное научно-техническое сотрудничество и разработки российских специалистов:

Еще в 1957 году было основано Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), уполномоченное развивать и поддерживать научно-техническое сотрудничество в области мирного использования атомной энергии.

После аварии на АЭС «Фукусима-1» наметились пути сотрудничества японских специалистов и российских радиоэкологов, имеющих большой теоретический и практический опыт в ликвидации последствий радиационных аварий, а также в разработке технологий ведения сельского хозяйства в различных зонах загрязнения. В Японии, не располагающей обширными территориями, особое значение после аварии имеет решение проблемы очистки территорий, загрязненных радиоактивным цезием. Поэтому опыт российских коллег для них чрезвычайно полезен.

Кроме того, на аварийной японской станции очень остро стоит проблема утечек радиоактивной воды. В настоящее время объемы скопившейся радиоактивной жидкости на АЭС «Фукусима-1» увеличиваются примерно на 350 тонн ежедневно за счет притока грунтовых вод. При этом в наземных цистернах уже хранится более 240 тыс. тонн жидкости. Из-за отказа насосов радиоактивная вода попадает в океан.

Для решения этой проблемы на территории японской аварийной АЭС Фукусима-1 начались испытания системы, которая создаст слой искусственной вечной мерзлоты, призванный препятствовать попаданию радиоактивных грунтовых вод в океан. На строительство системы ушло более 10 месяцев и 289,9 млн. долларов.

В России решением подобных проблем в рамках реализации федеральной целевой программы (ФЦП) «Ядерные энерготехнологии нового поколения на период 2010 – 2015 и на перспективу до 2020 года» занимается Центральное конструкторское бюро машиностроения (ЦКБМ), входящее в состав холдинга «Атомэнергомаш» «Росатома».

Очень часто на АЭС возникают пожары. Так совсем недавно, 9 мая 2015 года на АЭС Indian Point , расположенной в 50 км от Нью-Йорка, произошел пожар, в результате которого несколько тонн масла из трансформатора сначала попало в сборный резервуар, переполнило его, а затем через ливнестоки и почву просочилось в реку Гудзон. Ранее на этой АЭС уже имело место несколько аварий, приведших к выбросу радиации в атмосферу и воды реки. Все это вызывает серьезную озабоченность общественности по поводу угрозы экологической безопасности населения и окружающей среды.

Такое случается и в России. Поэтому в 2014 году специалисты ЦКБМ изготовили и начали испытания главного циркуляционного насоса новой конструкции для АЭС, позволяющего значительно снизить риск возникновения пожара в реакторном помещении за счет замены масляной смазки в подшипниках насоса водной.

Таким образом, в каком-то смысле аварии на АЭС способствуют научно-му прогрессу в атомной отрасли.

В заключение отметим некоторые преимущества и недостатки АЭС.

Преимущества:

– при нормальной эксплуатации АЭС снимают часть нагрузки с окружающей среды, возникающей при выработке энергии из ископаемого топлива (уголь, нефть, природный газ) и сопровождающейся выбросами диоксида серы, окиси углерода, окислов азота и пыли, способными вызвать у человека различные заболевания [3]:

Таблица 1.

Загрязнитель	Возможные заболевания
Диоксид серы (SO ₂)	Поражает органы дыхания, глаза, центральную нервную систему, кожу, угнетает окислительные процессы
Оксид и диоксид азота (NO и NO ₂)	Вызывают заболевания сердца, развитие рака молочной железы, ослабление обоняния и ночного зрения, затрудненность дыхания, катар верхних дыхательных путей, бронхиты, круп и воспаление легких
Оксись углерода	Неврологические и сердечнососудистые заболевания, повреждения центральной нервной системы

– стабильность энергоснабжения по сравнению с возобновляемой энергетикой;

– свойство самопроизвольного распада радиоактивных веществ со временем позволяет снизить опасность поражения людей;

– достаточные запасы ядерного топлива, незначительные затраты на транспортировку и небольшие объемы;

– в продуктах деления урана содержатся ценные редкоземельные элементы, которые могут пригодиться будущим поколениям людей при правильном их захоронении и переработке.

Недостатки:

– нарушение экологии в связи с захоронением отработанного топлива;

– проблемы ликвидации АЭС после окончания допустимых сроков эксплуатации;

– наличие большого количества радиоактивных отходов и отработанного топлива;

– снижение темпов ввода новых энергетических мощностей АЭС;

– неэффективное использование запасов урана и отработанного топлив;

– недостаточный уровень безопасности персонала АЭС, населения и окружающей среды.

В настоящее время доля атомной энергетики составляет примерно 7,8% от мирового топливно-энергетического баланса и около 18% всей вырабатываемой электроэнергии. Атомная отрасль переживает сложный процесс реформирования, сопровождающийся глубинными изменениями в политической, экономической, социальной и других сферах и для дальнейшего развития необходима четкая стратегическая политика [1].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Брыкалов С.М. Особенности развития атомной отрасли в России и за рубежом: монография / С.М. Брыкалов, Ф.Ф. Юрлов. М.: Ваш полиграфический партнер, 2014. – 293 с.
2. ФЦП «Ядерные энерготехнологии нового поколения на период 2010 – 2015 и на перспективу до 2020 года». mephi.ru/obrdeyat/educational_and...activities/.../Prog_nuclear.doc.
3. Климова Е.В., Резванцев М.В. Влияние экологических факторов на заболеваемость населения крупных городов // Проблемы городского здравоохранения. – 2014. – Вып. 19. – с. 18-22.
4. <http://www.bestreferat.ru/referat-316894.html>.

УДК: 330.322.053.3

Е.А.Конников

ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ МАКРОУРОВНЯ, НА ПРИМЕРЕ КОНЦЕПЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОВОРОТА ГЕРМАНИИ

THE INVESTMENT ATTRACTION OF THE MACRO-LEVEL ENERGY PROJECTS ON THE EXAMPLE OF GERMAN CONCEPT OF POWER ROTATION

Аннотация. Данная статья описывает сущность концепции энергетического поворота Германии, приводит цели и задачи, которые ставит перед собой немецкое правительство, и раскрывает проблемы инвестиционной привлекательности подобных проектов. В качестве решения проблемы инвестиционной привлекательности автор предлагает применять теорию реальных опционов для оценки подобных проектов. В данной статье приводятся математические модели, используемые для оценки реальных опционов и описываются их возможные способы применения.

Ключевые слова: энергетический поворот, инвестиции, опцион, модель Блэка-Шоулза, реальные опционы.

Abstract. This article describes the core of German concept of power rotation. Also the author reports goals and objectives set by the German government, and reveals the problems of the investment attraction of the similar projects. The author proposes to apply the theory of real options for evaluating the similar projects, as a solution to the problem of investment attraction. This article describes the models used to assess the real options and reports their possible applications.

Keywords: power rotation; investment; option; Black-Scholes model; real options.

Современный, динамично развивающийся мир существует в условиях постоянно возрастающих потребностей. Одной из таких потребностей является потребность в энергии. Однако весь мир столкнулся с тем фактом, что «класси-

ческих» источников энергии уже недостаточно. Нефть, газ и уголь являются практически не возобновляемыми источниками энергии, что, как следствие, приводит к постоянному росту цен на них. Атомная энергия является наиболее небезопасной для применения, что было неоднократно доказано. Следовательно, будущее лидерство на мировом энергетическом рынке будет определяться между странами, сделавшими уклон в сторону наиболее безопасных и, что куда более важно, возобновляемых источников энергии.

По мнению Авторов, лидирующие позиции в мире, в области интеграции возобновляемых источников энергии в систему хозяйствования, занимает Германия. Концепция энергетического поворота, созданная Германией, является наиболее передовой в области применения возобновляемых источников энергии, и в сущности является революционной. Под энергетическим поворотом подразумевают полную перестройку энергообеспечения страны, а именно: отказ от углеводородов (нефти, угля и газа), атомных источников энергии и переход к возобновляемым источникам энергии. Целью же энергетического поворота является:

- отключение всех атомных электростанций до 2022 г.;
- получение от 40% до 45% электроэнергии из возобновляемых источников к 2025 г. (на сегодняшний день этот показатель составляет 25%);
- получение как минимум 80% электроэнергии и 60% всей энергии из возобновляемых источников до 2050 г..

Самыми практичными возобновляемыми источниками энергии, которыми располагает Германия, являются энергия ветра и солярная энергия. Благодаря техническому прогрессу последних 20 лет реальная стоимость производства энергии из ветра и солнца в Германии сократилась примерно до 6-9 евро центов за киловатт-час. Данный показатель соответствует стоимости производства электроэнергии на новых угольных и газовых электростанциях и значительно ниже стоимости электроэнергии, получаемой на новых АЭС. Именно вследствие этих фактов, энергия ветра и солярная энергия являются центральными источниками возобновляемой энергии в концепции энергетического поворота Германии.

Германия, являясь промышленно развитой страной, имеет самые низкие нормы в ЕС по отключению электроэнергии. Именно вследствие данного факта ветроэнергетика и солярная энергетика предполагают разработку технологий, позволяющих обеспечить потребителей энергией в условиях недостатка солнца и ветра. В ближайшие десятилетия данную роль будут выполнять угольные и газовые электростанции. Они способны в гибком режиме вырабатывать электроэнергию, когда спрос превысит объемы электроэнергии, производимой из возобновляемых источников. Впоследствии, данная задача может быть решена иными возобновляемыми источниками энергии, такими как вода, биомасса и геотермия, а также электрическими аккумуляторами.

Одним из основных вызовов энергетического поворота является необходимость коммутации между собой существующих предприятий, электросетей и установок, вырабатывающих электроэнергию из возобновляемых источников, а также координация спроса и предложения. Данная проблема требует комплекс-

ного решения, которое, в сущности, будет являться кардинальной перестройкой существующей системы энергоснабжения.

Также, достаточно остро в концепции энергетического поворота стоит проблема кооперации. Германия благодаря центральному географическому положению связана со своими соседями через внутренний рынок энергии, через сеть输电 проводов, и эти связи носят как экономический, так и политический характер. Поэтому Германия не в состоянии реализовать энергетический поворот в одиночку.

Необходимо отметить, что основы концепции энергетического поворота в Германии берут свое начало в 1990 г., однако только в 2000 г. они были закреплены в законе «О возобновляемых источниках энергии». Также в 2000 г. правительство Германии договорилось с национальными энергетическими предприятиями об отказе от атомной энергетике до 2022 г.. Следовательно, решение принятое правительством Меркель об энергетическом повороте, является закономерным продолжением курса на перестройку всей национальной системы энергоснабжения.

Необходимо обратить внимание на экономическую составляющую энергетического поворота. Германия ежегодно расходует больше 80 млрд. евро на закупку угля, нефти и газа. В ближайшие годы данный импорт должен быть постепенно замещен внутренними ресурсами в сфере возобновляемых источников энергии. Данный процесс будет сопровождаться экономическим ростом и созданием новых рабочих мест. Однако в краткосрочной перспективе энергетический поворот приведет к повышению стоимости энергии для потребителя, но стоит отметить, что затраты на электроэнергию составляют всего 3% расходной части бюджета домохозяйств, следовательно, в целом данный рост будет ощущаться незначительно. Также необходимо отметить, что возобновляемые источники энергии хоть и являются повсеместными, но их распределение достаточно неравномерно. Именно поэтому в ближайшем будущем возрастет спрос на инновации в области перераспределения чистой энергии.

Вторым целеполагающим аспектом энергетического поворота, помимо разработки возобновляемых источников энергии, является повышение энергоэффективности. В сущности, каждый неизрасходованный киловатт-час экономит ископаемые ресурсы, а также сокращает затраты на строительство электростанций и сетей. Германия ставит своей целью сокращение потребления электроэнергии на 10% до 2020 г.

Необходимо отметить, что экономический успех энергетического поворота станет критерием оценки эффективности Федерального правительства. Большая часть населения поддерживает энергетический поворот, обосновывая это тем, что его принципы согласуются с целями защиты климата и окружающей среды и гарантирует безопасность в связи с выходом из атомной энергетики. В 2013 г. в Германии из возобновляемых источников было выработано столько же электрического тока, сколько из атомной энергии и газа вместе взятых, и их доля должна неуклонно расти.

Стоит отметить то, что Россия также обратила внимание на концепцию энергетического поворота. Так как Россия во многих областях (включая энерге-

тику) является стратегическим партнером Германии, невозможно не осознавать грядущие последствия для национальной экономики, которые несет энергетический поворот. В связи с этим с 2009 г. в России действует закон об энергоэффективности, а в 2010 г. правительство приняло программу по ее повышению. Согласно данной программе до 2020 г. планируется снизить расход энергии на единицу продукции как минимум на 40%. Свыше 11,2 трлн. рублей планируется направить в ближайшие годы на модернизацию энергетического хозяйства. Однако в области использования возобновляемых источников энергии Россия находится в самом начале пути. На данный момент ее доля составляет всего 0,8% от общего объема производимой энергии. До 2020 г. данный показатель должен быть увеличен до 2,5%. Политика России в области энергетики, на данный момент, направлена в сторону использования классических источников (нефть, уголь, газ и атом). Это обусловлено общей направленностью экономики. К сожалению, в то время как весь мир стремиться к отказу от использования углеводородов, Россия наращивает экспорт. Однако незначительное стремление в сторону разработки возобновляемых источников энергии имеет место быть, и можно предполагать их развитие в будущем.

Выводом из всего вышесказанного может быть утверждение о том, что энергетический поворот является одним из важнейших экономико-политических проектов Германии. Он основывается на:

- стремлении к выходу из атомной энергетики и увеличению доли возобновляемых источников энергии;
- сокращении зависимости от международного импорта нефти и газа;
- развитии политики по защите климата и окружающей среды;
- создании новых технологий, инновационных областей в экономике и новых рабочих мест.

Переоценить значимость энергетического переворота невозможно. Его успех приведет к полному переделу мирового энергетического рынка и становление Германии как мировой энергетической державы.

Стратегическая конкурентоспособность энергетической отрасли характеризуется множеством факторов, важнейшим из которых выступает инвестиционная привлекательность. Реализация энергетического поворота невозможно без привлечения внешних источников финансирования. Энергетика является весьма специфической отраслью, требующей масштабных капиталовложений, которые замораживаются на длительный срок. Необходимость в мобилизации капитала в крупных объемах, обеспечении профессионального управления им (с учетом высокой неопределенности), выстраивание эффективных технологических цепочек и многое другое делает перспективу реализации инновационных проектов высокорискованной, а, следовательно, и малопривлекательной с инвестиционной точки зрения. По мнению Авторов, основной причиной низкой инвестиционной привлекательности долгосрочных и наукоемких проектов является неточность показателей инвестиционного анализа. Среди методов инвестиционного анализа доминирует метод дисконтированных денежных потоков (ДДП).

Данный метод является эффективным инструментом анализа инвестиционных проектов и оценки стоимости бизнеса. Однако следует отметить, что метод ДДП основан на трех теоретических допущениях, а именно:

- так как данный метод описывает будущие денежные потоки, результат будет точен ровно настолько, насколько заложенные в расчет предположения о будущих значениях цен, объемах продаж и прочие параметры соответствуют объективной реальности;
- отсутствует возможность адаптации (т. е. принятие решений в будущем). Данное теоретическое допущение порождает парадокс, согласно которому множество стратегических решений, реализуемых компаниями, имеют отрицательное значение чистой приведенной стоимости;
- выбор ставки дисконта. Риск, как правило, оценивается по отраслевым данным. Но инвестиционные проекты в состоянии обладать разными возможностями к адаптации, следовательно, уровень риска в них не одинаков и ставка дисконта также должна быть различной.

Данные теоретические допущения можно обойти, используя при реализации инвестиционных проектов метод реальных опционов. Данный метод делает возможным принятие эффективных управленческих решений в условиях тотальной неопределенности.

Предположение о том, что любая существующая инвестиционная возможность может быть рассмотрена как финансовый опцион, является основой метода реальных опционов. Это означает, что компания имеет не обязательство, а право на приобретение или создание неких активов в течение определенного времени. Метод реальных опционов, безусловно, не в состоянии полностью заменить метод ДДП. На практике, метод реальных опционов выступает в качестве инструмента метода ДДП. При данном подходе сохраняется неопределенность, а оператор проекта в состоянии адаптироваться. Следовательно, метод реальных опционов дает возможность принимать оптимальные решения согласно поступающей информации в будущем.

Метод реальных опционов предполагает, что мир характеризуется изменчивостью, неопределенностью и конкурентоспособными взаимодействиями среди компаний. Следовательно, менеджмент адаптируется и переоценивает будущие решения, что является реакцией на изменение тех или иных обстоятельств. Будущее же в свою очередь расценивается как совокупность альтернатив (опционов), которые могут добавлять стоимость. Слово «опцион» в данном случае означает изначально невидимую, но при этом существующую в скрытом виде добавленную стоимость, которая оказывает влияние на результаты хозяйственной деятельности.

Опцион – это право (возможность) купить (либо продать) определенный актив, называемый базовым, по фиксированной цене в будущем. Воспользоваться данным правом владелец опциона может либо в определенный будущий момент (европейский опцион), либо на протяжении определенного промежутка времени (американский опцион). Цена, по которой может быть куплен (продан) актив, называется ценой исполнения.

Стоимость реального опциона, в свою очередь, складывается из NPV, рассчитанной по методу ДДП, и так называемой стоимости гибкости.

$$NPV_{sum} = NPV_{stand} + ROV, \quad (1)$$

где:

- NPV_{sum} – полная стоимость проекта;
- NPV_{stand} – стоимость проекта, рассчитанная по методу ДДП;
- ROV – стоимость гибкости (реальный опцион). Стоимость гибкости обусловлена существованием ценности развития инвестиционного проекта, его страховки, получаемых новых знаний.

Построение моделей реальных опционов основано на исследованиях в области анализа производных финансовых инструментов, а именно на работах М. Шоулза и Ф. Блэка, которые вывели точные формулы для вычисления справедливой цены и хеджирующих стратегий для европейских опционов. Неопределенность и зависимость величины денежных потоков, генерируемых проектом, от будущих управленческих решений и является причинами применения данного метода. Именно вследствие этого метод реальных опционов наиболее востребован в наукоемких и высокотехнологичных отраслях.

В таблице 1 приведены примеры возможных реальных опционов при различных типах базисного актива.

Таблица 1.

«Виды реальных опционов»

Актив	Возможные реальные опционы
Инвестиционная возможность	Возможность отложить инвестиции. Уменьшение масштаба операций и экономия части начальных инвестиций (например, внедрение нового продукта)
Производство	Расширение производства при внесении дополнительных инвестиций. Работа с разными ресурсами или выпуск различных продуктов.
Машины и оборудование	Перевод на режим простоя (когда доходы меньше переменных затрат). Продажа по остаточной стоимости.
Контракт	Условия прекращения (возобновления) контракта.
Технологический патент	Продажа, передача лицензии или оставление за собой прав.

Применение метода реальных опционов целесообразно, при выполнении следующих условий:

- результат проекта подвержен высокой степени неопределенности;
- менеджмент компании способен принимать гибкие управленческие решения при появлении новых данных по проекту;
- финансовый результат проекта во многом зависит от принимаемых менеджерами решений. При оценке проекта по методу дисконтированных денежных потоков значение NPV отрицательно или чуть больше нуля.

В той или иной степени каждое из приведенных выше условий присуще крупномасштабным инвестиционным проектам в области энергетики. Безусловно, концепция энергетического поворота в целом, и ее отдельные прояв-

ления в частности, полностью удовлетворяют данные условия. Следовательно, можно сделать вывод о том, что применение метода реальных опционов может являться одним из наиболее эффективных способов анализа данных инвестиционных проектов.

Для определения стоимости реальных опционов, как правило, применяются два основных метода:

- модель цен опционов Блэка-Шоулза;
- биномиальная модель цен опционов.

В свою очередь, модель цен опционов Блэка-Шоулза имеет ряд существенных ограничений:

- оцениваемый актив должен быть ликвидным (необходимо наличие рынка для оцениваемого актива);
- изменчивость цены актива остается одинаковой (не происходят резкие скачки цен);
- опцион не может быть реализован до срока его исполнения (опцион европейского типа).

Формула выявления справедливой цены европейского опциона типа «call» имеет следующий вид:

$$C = SN(d_1) - Ee^{-r_f T}N(d_2), \quad (2)$$

$$d_1 = \frac{\ln \frac{S}{E} + r_f + \frac{\sigma^2}{2} T}{\sigma \sqrt{T}}, \quad (3)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}, \quad (4)$$

где:

- C – цена опциона «call»;
- S – текущая рыночная цена базисного актива. Для реального опциона это приведенная стоимость денежных потоков от реализации той инвестиционной возможности, которую компания получит в результате осуществления инвестиционного проекта;
- E – цена исполнения опционного контракта (для реальных опционов это затраты на осуществление проекта);
- T – время до истечения срока исполнения опциона (реализации содержащейся в опционе возможности) или время до следующей точки принятия решения;
- r_f – годовая безрисковая процентная ставка;
- σ – риск базисного актива, измеренный стандартным отклонением значений доходности акции за период в расчете на год;
- $N(d)$ – кумулятивное стандартное нормальное распределение вероятностей;
- d_1 и d_2 – стандартизованные нормальные переменные.

Следовательно, цена реального опциона увеличивается при росте приведенной стоимости денежных потоков (S); снижении затрат на осуществление проекта (E) и увеличении времени до истечения срока реализации опциона (t). Наиболее сильное воздействие на рост стоимости опциона оказывает приведенная стоимость денежных потоков. Таким образом, с целью повышения инве-

стиционной привлекательности проекта целесообразно сконцентрироваться на увеличении доходов, а не на сокращении расходов.

Необходимо иметь в виду множественность и взаимозависимость реальных опционов. Один проект может содержать несколько реальных опционов, которые в свою очередь оказывают влияние друг на друга. Может иметь место множественность базисного актива, когда присутствует множество источников неопределенности. Необходимо учитывать лиц, кроме собственника, которые смогут воспользоваться результатами исполненного опциона. Во многих случаях экономическая выгода может быть изменена другими участниками рынка.

Для использования модели Блэка-Шоулза для оценки реальных опционов, необходимо, прежде всего, интерпретировать параметры инвестиционных возможностей фирмы в терминах данной модели:

- Текущая цена базисного актива (S) в случае реального опциона – это рыночная стоимость заказа, включающая затраты на производство продукции, аналогичной разрабатываемой в рамках НИОКР с учетом меры полезности, и мультипликаторов, определенных для данной продукции с точки зрения заказчика, выраженная в денежных единицах;
- Цена исполнения опциона (E) – это затраты со стороны заказчика на развертывание производства в случае принятия положительного решения на основании поступившей информации о сложившейся ситуации после выполнения НИОКР;
- Разница ($S - E$) – это чистая приведенная стоимость (NPV) данного решения;
- Время до исполнения (T) – время выполнения данного заказа и время после выполнения заказа до момента принятия решения об исполнении опциона;
- Волатильности (σ) – стандартное отклонение относительных изменений приведенной стоимости S ;
- Безрисковая ставка (r) – доходность инвестиций с минимальным риском на срок, сравнимый со сроком проекта.

Биномиальная модель в свою очередь позволяет получить более точные результаты, при существовании нескольких источников неопределенности. Данная модель основывается на двух допущениях, а именно:

- в одном интервале времени существует всего два варианта развития событий (наихудший и наилучший);
- инвесторы нейтральны по отношению к риску.

Вычисление стоимости опциона данным методом, по сути, представляет собой движение по «дереву решений», где в каждой точке менеджеры стараются принять наилучшие решения.

Биномиальная модель рассматривается как распределение суммы случайных величин, каждая из которых принимает одно из двух значений: 1 с вероятностью p или 0 с вероятностью $q=(1-p)^2$.

Некоторые специалисты предполагают, что именно биномиальная модель наилучшим образом подходит для практических задач, так как она легко реализуема и подходит для американских и для сложных многоэтапных опционов (имеет место несколько моментов принятия решений).

С практической точки зрения, первичной проблемой реализации биномиальной модели является определение значений относительного роста и снижения стоимости проекта в каждом из установленных периодов, а также вероятность наступления положительного и отрицательного события.

По мнению Авторов, реализация метода реальных опционов при оценке инвестиционной привлекательности тех или иных проектов в области энергетики является перспективной идеей. Прежде всего, это обусловлено тем, что данный метод дает результаты в том случае, если будущая неопределенность в отношении используемой технологии или той или иной ситуации на рынке может быть реализована для преумножения дохода.

Использование метода реальных опционов способно привести к следующим последствиям:

- расширение возможностей, так как метод реальных опционов вынуждает оценивать все возможности;
- опционный анализ обеспечивает стратегический рычаг, который позволяет оказывать влияние на ситуацию и развиваться с помощью последовательных инвестиций. Данный рычаг отличает стратегию реальных опционов от традиционной стратегии диверсификации риска.

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что метод реальных опционов дает возможность наиболее точно оценивать инвестиционную привлекательность проектов, особенно в таких масштабных, капиталоемких и наукоемких отраслях как энергетика. Безусловно, при анализе проектов реализуемых в условиях концепции энергетического поворота, данный метод является наиболее релевантным к использованию. Однако, исходя из структуры расчетов, можно увидеть, что модели оценки стоимости опционов являются вероятностными, а, следовательно, позволяет определить наиболее справедливую теоретическую цену с математической точки зрения. К сожалению, на данный момент единственным оценочным показателем во всех математических моделях оценки стоимости опционов является волатильность. Безусловно, волатильность позволяет понять историческую структуру движения цены базисного актива, однако на современном рынке, по мнению Авторов, данный показатель (знание его) является необходимым, но недостаточным. Следовательно, необходимо выявить некие уточняющие коэффициенты и внедрить их в используемую модель.

Выявление уточняющих коэффициентов может быть осуществлено множеством способов, однако Авторами был избран метод факторного моделирования, прежде всего за счет того, что он позволяет получить необходимое количество научной абстракции. Высокий уровень абстракции необходим для интеграции макроэкономических показателей и коэффициентов, отражающих их динамику в модель, с целью повышения ее эффективности.

Сутью разработанного метода является гипотеза, согласно которой, агрегированные макроэкономические показатели, с заранее установленными весами, при интеграции в модель позволят повысить близость теоретической цены к ее реальному будущему аналогу.

Реализация данной гипотезы состоит из нескольких глобальных этапов, а именно:

1. Разработка уточняющих коэффициентов и придание им весов;
2. Интеграция весовых коэффициентов в модель;
3. Проведение исследования эффективности использования полученной модели и ее корректировка.

В свою очередь каждый из этапов должен быть разделен на подэтапы, а именно:

Разработка уточняющих коэффициентов и придание им весов:

1. Определение показателей оказывающих влияние на цену базисного актива;
2. Классификация данных показателей;
3. Выявление характера влияния каждого показателя на цену базисного актива во времени и аппроксимация полученных данных функциями;
4. Определение уравнений характеризующих влияние каждого показателя;
5. Вычисление коэффициента детерминации для последующего определения веса каждого коэффициента в модели.

Интеграция весовых коэффициентов в модель:

1. Определение конкретного веса влияния каждого из полученных показателей на цену базисного актива;
2. Интеграция коэффициентов в модель;
3. Проверка адекватности результатов получаемых данной моделью

Проведение исследования эффективности использования полученной модели и ее корректировка:

1. Расчет идентичных (с точки зрения метода) показателей теоретической цены при помощи классической модели;
2. Расчет альтернативных показателей при помощи модифицированной модели;
3. Сравнение полученных показателей с реальными показателями;
4. Корректировка коэффициентов с целью повышения эффективности

Создание данной модифицированной модели позволит более эффективно оценивать справедливую теоретическую цену любого уникального реального опциона в конкретный промежуток времени. В качестве коэффициентов предполагается использовать показатели, носящие макроэкономический характер. Также необходимо учитывать фазы различных циклов оказывающих влияние на базисный актив. И, безусловно, необходимо использовать показатели, используемые в фундаментальном анализе.

Данная модифицированная модель будет носить уникальный новаторский характер. Безусловно, она усложнит использование классической модели, но повышение адекватности получаемого результата является более релевантным показателем повышения эффективности функционирования модели, нежели упрощение ее математического аппарата.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что концепция энергетического поворота является чрезвычайно капиталоемким и наукоемким мероприятием.

тием, следствием чего является необходимость в масштабной модернизации аналитического аппарата, так как классические методы инвестиционного анализа уже не могут удовлетворить всем поставленным перед ними условиям. Применение метода реальных опционов и его модификация позволит наиболее эффективно оценивать инвестиционные проекты в энергетике в целом и в данной концепции в частности. По мнению Автор, в условиях современного динамично развивающегося мира эти инновации являются необходимыми.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Е.Н. Ветрова. Применение метода реальных опционов// «Менеджмент в России и за рубежом», № 3, 2010 г.
2. А.Мертенс. Цена возможности: реальные опционы в стратегических решениях//Стратегии, №5,2004 г.
3. Ветрова Е.Н. Стратегия повышения конкурентоспособности судостроения России / Е.Н. Ветрова // Теоретические основы управления инновационным развитием экономики отраслей и предприятия (коллективная монография). СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2007.
4. Сергеев И.Б. Метод реальных опционов в оценке стоимости нефтегазовых проектов Арктического шельфа / И.Б. Сергеев, Е.В. Шварева // Современное управление. – 2007. – № 4.
5. Уильям Ф. Шарп, Гордон Дж. Александер, Джеффри В.Бейли. «Инвестиции». М., 2013.
6. «Партнер на пути к экологическому энергоснабжению» / журнал DE Magazin Deutschland» 1/2014 г.
7. «Долгий путь к энергетическому повороту» / журнал DE Magazin Deutschland» 1/2014 г.
8. «Что следует знать об энергетическом повороте» / журнал DE Magazin Deutschland» 1/2014 г.

УДК: 338.28

А.Н. Кутилкина, А.Е. Череповицын

РОЛЬ МАЛЫХ НЕФТЯНЫХ КОМПАНИЙ В ОСВОЕНИИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ

SMALL OIL COMPANIES' CONTRIBUTION TO HARD TO RECOVER RESERVES DEVELOPMENT

Аннотация. В настоящее время нефтяная промышленность России столкнулась с проблемами истощения запасов, ухудшения минерально-сырьевой базы и роста трудноизвлекаемых запасов нефти. Международный опыт свидетельствует о том, что одним из эффективных решений обозначенных проблем является создание малых и средних нефтяных предприятий, способных вести добычу на низкодебитных скважинах и в районах со сложными горно-геологическими условиями. Данное исследование посвящено изучению совре-

менного состояния, проблем и перспектив развития малых нефтяных предприятий в России, а также выявлению инновационного потенциала таких компаний и их роли при освоении трудноизвлекаемых запасов нефти.

Ключевые слова: малая нефтяная компания; малый нефтяной бизнес; трудноизвлекаемые запасы нефти.

Abstract. Nowadays Russian oil industry development faces to the problems of oil depletion, mineral resource base deterioration and hard to recover reserves growth. International experience shows that one of the effective solutions of this problem can be small and medium enterprises' creation. Small oil companies are able to develop marginal oil-wells in difficult geological conditions. The research of problems, state of the art and development prospects of small oil enterprises in Russia is carried out in the article. The investigation of innovative capacity and small oil companies' ability to develop hard to recover reserves are studied.

Keywords: small oil company; small oil business.

В настоящее время наиболее перспективными направлениями развития нефтегазового комплекса России являются освоение и разработка континентального шельфа, а также разработка и внедрение новых методов и технологий добычи нефти из трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ). Наиболее успешно данные процессы осуществлялись с участием иностранных компаний, таких как Total, ExxonMobil, Shell, Statoil и др., предоставлявших новейшие технические решения по отработке ТРИЗ и осуществлявших значительную часть инвестиций в проекты. Однако в свете недавнего введения санкций в отношении России данное сотрудничество было приостановлено, а российские нефтяные компании были вынуждены либо поддерживать дальнейшую реализацию проектов в одиночку, либо вовсе отказаться от продолжения работ.

По данным энергетического центра Московской школы управления СКОЛКОВО, в 2014 году на долю ТРИЗ приходилось около 30% общего объема извлекаемых запасов категорий ABC_1+C_2 . Однако многие исследователи полагают, что эта цифра сейчас достигает 60%. Степень же выработанности таких запасов – 25%. По мнению экспертов, создание в нашей стране благоприятных условий для разработки и внедрения новых технологий добычи «тяжелой» нефти позволит увеличить годовую добычу на 10 млн.т к 2030 году.

Как ни парадоксально, но именно введенные санкции послужили своеобразным стимулом к поиску и развитию новых отечественных технологий, повлияли на усиление активности по созданию программ импортозамещения; а сложившаяся кризисная ситуация и падение цен на нефть в конце 2014 – начале 2015 гг. активизировали малые нефтяные предприятия, значительно увеличив их долю в таком сегменте, как геологоразведочные работы. В настоящий момент малые компании не просто не собираются замораживать разработку уже существующих скважин, но и готовы приступить к новым проектам[1].

Следует также отметить, что несмотря на то, что добыча нефти и конденсата такими компаниями мала и составляет около 7% от общей добычи в России (по данным на 2014 г.), МНК стабильно наращивают объемы добываемой нефти. Так, в период с 2005 по 2014 гг. малые предприятия смогли увеличить

добычу с 12,8 до 19,6 млн.т. С одной стороны, такие цифры незначительны, однако на фоне стагнации добычи крупными вертикально интегрированными компаниями данная динамика выглядит весьма положительной.

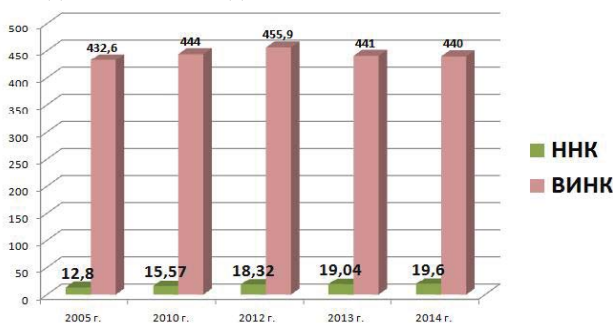


Рисунок 1. Динамика добычи нефти и газового конденсата вертикально интегрированными и малыми независимыми нефтяными компаниями в России в 2005-2014 гг. (в млн.т) [2]

МНК очень активны в геологоразведке: на их долю приходится более 15% отраслевого поискового бурения в нашей стране.

Создание малых независимых нефтяных компаний (МНК), способных эффективно отрабатывать месторождения, оставленные в старопромысловых районах, а также осваивать трудноизвлекаемые запасы углеводородов – практика, широко распространенная за рубежом в таких странах, как США, Канада, Великобритания, Норвегия и др. Так, к примеру, в США именно за счет деятельности малых компаний была совершена «сланцевая революция», а независимые малые компании Норвегии добились лучших в стране результатов по проектам, связанным с отработкой континентального шельфа. По оценкам экспертов, в настоящее время в Соединенных Штатах работает более 10 тысяч МНК, и они бурят около 90% скважин и добывают практически половину всей нефти в стране. Это стало возможным благодаря значительным льготам, которые американское правительство предоставляет компаниям, добывающим нефть из очень истощенных, малодобитных скважин [3].

Эффективное функционирование малых нефтяных компаний нефтяной отрасли за рубежом во многом обусловлено наличием специальных льгот и поддержки со стороны государства. Так, к примеру, в США разработчики истощенных скважин имеют льготу в размере 3 \$/баррель для первых 3 баррелей в день для нефтяных и 0,5 \$ за 1000 кубических футов (28,3 м³) для газовых малодобитных скважин. Налоговая скидка с валовой прибыли на истощение природного ресурса позволяет не учитывать для целей налогообложения 15 % валовой прибыли компании [4].

В нефтегазовой отрасли Великобритании благодаря целенаправленной государственной политике гарантируется взаимовыгодное сосуществование крупного и мелкого бизнеса. Многочисленные МНК Норвегии же активно внедряют инновационные технологии добычи нефти и так же, как МНК США,

пользуются преференциями государства. Следует отметить, что именно такие предприятия внесли значительный вклад в развитие сланцевой революции в Европе.

В России же открытие МНК сопряжено с рядом трудностей. Одной из причин, по которой малые нефтяные предприятия не могут удержать позиции на рынке, является высокий процент налоговых сборов, которые составляют 60-70% выручки на баррель добычи. Это в существенной мере сказывается на деятельности малых нефтедобывающих компаний, которые разрабатывают преимущественно небольшие по площади месторождения, а также месторождения со сложными условиями добычи (малый дебит, высокая обводненность). Положение малых предприятий зависит и от мировых цен на нефть, но в обратном соотношении: чем выше мировая цена на нефть, тем хуже положение таких компаний. Данная проблема также связана, во-первых, с системой налогообложения, применяемой в равной степени и к интегрированным компаниям, и к малым предприятиям (отсутствует дифференциация налоговых платежей), а во-вторых, с монотоварностью МНК (такие предприятия не имеют возможности перерабатывать или экспортировать добываемую нефть, реализуя ее лишь на внутреннем рынке).

Второй причиной, по которой малым предприятиям приходится «выживать» на рынке нефти, являются высокие барьеры входа в нефтяной бизнес. Так, в соответствии с Законом «О недрах», при предоставлении участка недр предприятию в пользование для разведки и добычи устанавливается разовый платеж за пользование недрами в размере 10% от суммы НДС в расчете на среднегодовую проектную мощность добывающей организации. Решить данную проблему предприятие может, лишь обладая внушительной суммой оборотных средств, т.к. капитальных затрат на баррель нефти у малых компаний в четыре раза больше, чем у вертикально интегрированных холдингов [5].

Ограниченность доступа к инфраструктуре и ее высокая стоимость создают дополнительный барьер для развития малых компаний. ВИНК стараются ограничивать или вообще исключать доступ малых предприятий к своей инфраструктуре, либо использовать данный фактор как один из методов поглощения.

Еще одним критерием невозможности выхода малых нефтяных предприятий на рынок является высокий процент по кредитам. Малым предприятиям в России предоставляются кредиты под 9-10% годовых, в то время как крупные компании имеют возможность брать кредиты по ставке в 2-3 раза ниже. Одним из выходов в данном случае может быть привлечение частных инвестиций.

Проблема утилизации попутного нефтяного газа также остро встает перед малыми компаниями, не обладающими мощностями по его переработке, снижая прибыльность и конкурентоспособность небольших предприятий перед вертикально интегрированными.

Наиболее значимые негативные факторы, влияющие на развитие малого нефтяного бизнеса в России, представлены на Рисунке 2.

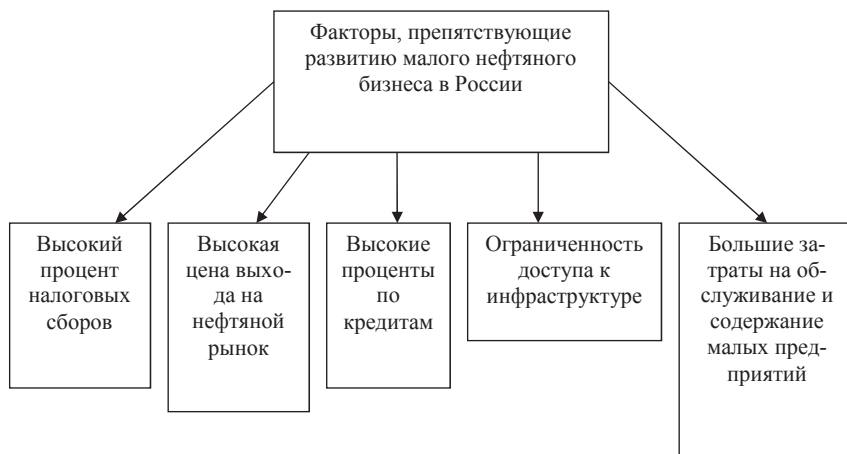


Рисунок 2. Факторы, негативно влияющие на развитие малого нефтяного бизнеса в России

Вместе с тем, у предприятий малого нефтяного бизнеса существует и ряд преимуществ по сравнению с крупными вертикально интегрированными нефтяными компаниями (ВИНК). Во-первых, малые предприятия способны разрабатывать небольшие скважины, эксплуатация которых крупными компаниями низкорентабельна или нерентабельна вовсе. Во-вторых, открытие малых предприятий способствует созданию новых рабочих мест и установлению социальной стабильности, что является особенно важным в отдаленных регионах. В-третьих, малые нефтедобывающие компании являются налогоплательщиками в тех районах, где они располагаются и составляют основу бюджетных доходов региона. Такие компании способствуют развитию инновационных технологий добычи нефти, а также могут принести существенную пользу в вопросах утилизации шламов и отходов производства. Нельзя не отметить и высокий уровень мобильности МНК, а также формирование ими конкурентной среды на рынке нефтедобычи.

Но основное преимущество малых предприятий заключается в возможности разработки ими трудноизвлекаемых запасов нефти и месторождений, находящихся в сложных горно-геологических условиях. МНК обладают существенным инновационным потенциалом. Малые предприятия способны быстрее реагировать на быстро меняющуюся ситуацию в сфере инновационных технологических разработок. К тому же, внедрение инноваций на крупных предприятиях занимает значительно больше времени.

В соответствии с докладом Энергетического центра Московской школы управления СКОЛКОВО, представленным в феврале 2014 года, многие малые независимые нефтяные компании в нашей стране можно считать «технологическими юниорами», поскольку они обладают существенным потенциалом для вовлечения в разработку трудноизвлекаемых запасов и служат своеобразным «полигоном» для апробации новых разработок и технологий добычи «трудной»

нефти. Для стимулирования деятельности таких «юниоров» необходимо выполнение таких условий, как:

- минимизация налогов (механизмы вычетов затрат на ГРП, рассрочка, снижение/отмена разового платежа и др.);
- предоставление недр в пользование на основании заявительного принципа;
- гарантированный доступ к транспортной инфраструктуре;
- гарантия права собственности на добытую продукцию.

В зарубежных странах основная часть трудноизвлекаемых запасов отрабатывается именно малыми независимыми компаниями. Так, в США существует целый ряд небольших компаний, специализирующихся именно на отработке ТРИЗ. Это, например, такие компании, как Anadarko, Petco Petroleum Corporation, Laramie Energy.

Нефтяники Татарстана одними из первых в России столкнулись с проблемами разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами и за долгое время накопили значительный опыт их отработки. Сегодня в республике доля трудноизвлекаемых запасов составляет 73%. Также следует отметить, что именно в этом регионе сосредоточено большинство независимых нефтяных компаний, которые активно способствуют отработке ТРИЗ. Суточный объем добычи битумной нефти в республике составляет порядка 706 тонн, нефтедобыча из низкопроницаемых карбонатных коллекторов – более 4,5 млн тонн [6].

Многие эксперты считают, что в сложившейся на данный момент кризисной ситуации в секторе нефтедобычи малые нефтяные компании не смогут удержать свои позиции и будут либо поглощены крупными корпорациями, либо вынуждены будут вовсе уйти с рынка. Однако практика показывает, что кризис не сказался на МНК, а наоборот, дал им стимул к разработке новых отечественных технологий. Важно отметить и то, что у малых и средних компаний есть и выигрышные позиции в этой ситуации в сравнении с ВИНКами – у них практически нет крупных валютных кредитов и нет расходов на дорогостоящее оборудование и технику, они также не несут затраты по модернизации нефтеперерабатывающих производств.

Государству следует обратить особое внимание на поддержку инициатив малых компаний и пересмотреть существующую систему налогообложения. Следует отметить, что Россия уже движется по пути реформирования законодательства. Так, планируется введение в 2016 году налога на финансовый результат, а также принятие льгот для компаний, разрабатывающих трудноизвлекаемые запасы. Это, например, предоставление лицензий по запросу заинтересованного лица без проведения торгов, отсрочка разового платежа за пользование недрами и др. Таким образом, при должной поддержке со стороны государства, малые предприятия будут весьма эффективны для отработки ТРИЗ и повышения коэффициента извлечения нефти на российских месторождениях.

ЛИТЕРАТУРА:

1 Шанс для малых и средних [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.assoneft.ru/activities/press-centre/tek/1960/>

2 «Влияние «налогового маневра» на деятельность независимых нефтяных компаний в РФ». Доклад генерального директора Ассоциации независимых нефтегазодобывающих организаций «АссоНефть» Е.В.Корзун, декабрь 2014 г.

3 Электронный научный журнал «Управление экономическими системами» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uecs.ru/otraslevaya-ekonomika/item/1174-2012-03-27-09-02-53>

4 Андреева Н.Н., Бадин Е.Б., Шумков Н.О. Малый и средний бизнес в нефтедобыче и сервисе в США и России // Нефтяное хозяйство. – 2009. - № 9. – С.18-20

5 Россия – неприветливая страна для малого нефтяного бизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rusenergy.com/ru/read/read.php?id=64677>

6 Рустам Минниханов: «Будущее нефтяной промышленности России – трудноизвлекаемые запасы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tatarstan.ru/rus/index.htm/news/334363.htm>

УДК: 338.23

Т.В.Малинина, В.И.Мурина

НАЦИОНАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТРАБОТАВШИМ ЯДЕРНЫМ ТОПЛИВОМ В РОССИИ

NATIONAL POLICY IN THE AREA OF SPENT FUEL MANAGEMENT IN RUSSIA

Аннотация. Рассматриваются проблемы переработки и захоронения отработавшего ядерного топлива, образующегося при функционировании АЭС. Рассмотрены организационно-экономические направления финансирования мероприятий по обращению с ОЯТ и предложены пути их решения.

Ключевые слова: атомная электрическая станция, отработавшее ядерное топливо, переработка, себестоимость электрической энергии, ядерный топливный цикл.

Abstract. Review the problems of processing and disposal of spent fuel generated in the operation of nuclear power plants in Russia. Organizational and economic directions for spent fuel management considered.

Keywords: nuclear power plant, spent fuel, processing, cost of electricity, back end of the nuclear fuel cycle.

Целью работы является рассмотрение направлений государственной политики Российской Федерации в области обращения с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ). Актуальность темы исследования обусловлена двумя необходимостью решения двух основных проблем в области обращения с ОЯТ: безопасное и экономически целесообразное хранение и переработка ОЯТ; замыкание ядерного топливного цикла.

В основу политики Российской Федерации в области обращения с ОЯТ положен принцип его переработки для обеспечения экологически приемлемого обращения с продуктами деления и возврата в ядерный топливный цикл регенерированных ядерных материалов.

В настоящее время в мире существуют следующие концепции обращения с ОЯТ:

- открытый ядерный топливный цикл – предусматривает прямое захоронение ОЯТ в геологических могильниках;
- замкнутый ядерный топливный цикл – предусматривает переработку ОЯТ, рециклинг (повторное использование) извлеченных урана и плутония и захоронение РАО от переработки ОЯТ;
- политика отложенного решения – предусматривает промежуточное хранение ОЯТ, что позволяет отложить необходимость делать выбор между открытым и замкнутым ЯТЦ.

Российская концепция обращения с отработавшим ядерным топливом, образующимся на атомных электростанциях, предусматривает реализацию двух вариантов ядерного топливного цикла:

- замкнутый топливный цикл для ОЯТ реакторов ВВЭР-440, БН-600, ВВЭР-1000, заключающийся в радиохимической переработке ОЯТ и частичном рециклинге продуктов переработки, затем хранение радиоактивных отходов с использованием различных технологий;
- отложенное решение для ОЯТ реакторов РБМК-1000 и некоторых других типов реакторов.

Для реализации концепций обращения с ОЯТ в России была проведена оценка объемов накопленного ОЯТ. На действующих АЭС и в хранилищах перерабатывающих заводов содержится более 18500 тU.

Таблица 1.

Накопленное отработавшее ядерное топливо в России

Тип реактора	Действующие блоки	Поступление ОЯТ, тU/год	Накопленные объемы ОЯТ на хранении на начало 2014 г.
БН-600	1	6	Перерабатывается
ВВЭР-440	6	87	Перерабатывается
ВВЭР-1000	9	190	-7050
РБМК-1000	11	450	-13200

В табл.1 не учтены мощности Билибинской АЭС (4 реактора ЭГП-6), срок эксплуатации которых в 2004 году был продлен на 10 лет, т.к. весь объем выгруженного ОЯТ, примерно 160 тU, хранится на площадке АЭС и на сегодняшний день считается не перерабатываемым. Более 70 % накопленных объемов ОЯТ образовалось в результате производства электроэнергии на АЭС с реакторами РБМК.

ОЯТ реакторов ВВЭР-440, реактора БН-600, исследовательских и транспортных реакторов перерабатывается на заводе РТ-1 на ПО «Маяк» в г.Озерске рядом с г.Челябинском.

ОЯТ реакторов ВВЭР-1000 вывозится с территории АЭС на ФГУП «Горно-химический комбинат» (ФГУП «ГХК») в г.Железногорске Красноярского края для централизованного содержания в хранилище бассейнового типа (ХОТ-1). В перспективе планируется осуществить перевод ОЯТ ВВЭР-1000 из хранилища бассейнового типа на вторую очередь сухого централизованного хранилища, ввод в эксплуатацию которого запланирован на 2015 год.

ОЯТ реакторов РБМК-1000 хранится в приреакторных бассейнах выдержки и в отдельно стоящих хранилищах, расположенных на территории АЭС. В 2011 году на ФГУП «ГХК» в г.Железногорске было завершено строительство первой очереди сухого централизованного хранилища, предназначенного для размещения металлобетонных контейнеров (МБК) с ОЯТ. В январе 2012 года первые МБК с отработанным ядерным топливом Ленинградской АЭС были транспортированы в ХОТ-2 для централизованного хранения и последующей переработки, позднее был организован прием ОЯТ с Курской АЭС и Смоленской АЭС.

Завод РТ-1 нуждается в переоснащении для улучшения показателей его деятельности. После 2020 года планируется ввод в эксплуатацию второго перерабатывающего завода РТ-2. С целью разработки более совершенных технологий переработки отработавшего ядерного топлива было принято решение создания опытно-демонстрационного центра (ОДЦ), производительность которого составит не более 100 тУ/год, пуск запланирован на 2015 год. Также на ФГУП «ГХК» планируется развертывание производства уранплутониевого оксидного топлива, что завершит формирование единого комплекса по хранению, переработке и использованию регенерированного топлива.

Исследования различных технологий переработки ОЯТ в опытно-демонстрационном центре должны обеспечить:

- значительное уменьшение образования жидких РАО в технологическом процессе и полную ликвидацию сбросов жидких радиоактивных отходов в окружающую среду;

- проведение ресурсных испытаний основного технологического оборудования;

- технико-экономическую оптимизацию ряда предлагаемых инновационных технологий для стадии переработки ОЯТ (флюидной экстракции, перекристаллизационной очистки и др.).

В ОДЦ предполагается в основном переработка отработавшего топлива реакторов ВВЭР-1000, РБМК-1000, выдержанного в хранилищах АЭС после выгрузки из реакторов не менее 3 лет.

Однако емкость хранилищ и мощностей завода РТ-1 ПО «Маяк» недостаточна для последующего хранения и переработки ОЯТ действующих АЭС. Так, общая величина отходов ОЯТ от всех АЭС, эксплуатируемых в России, составляет 730 тУ в год [1]. Перерабатываемые объемы ОЯТ на функционирующем в настоящее время специализированном предприятии завод РТ-1 ПО «Маяк» со-

ставляют 100-120 тU в год, которое близко к завершению своей работы. Таким образом, с учетом мощности опытно-демонстрационного центра в 100 тU/год, нехватка производственных мощностей по переработке ОЯТ составляет 510-530 тU в год. В связи с этим Минатом РФ поставлены следующие задачи:

- модернизация существующего завода РТ-1 ПО «Маяк»,
- расширение мощностей мокрого хранилища на действующем ГХК в г.Железнодорожске с 6000 до 9000 тU,
- строительство на ГХК сухого хранилища для долговременного хранения ОЯТ ВВЭР-1000 и РБМК-1000 мощностью 33000 тU и изготовление специальных контейнеров и транспортных упаковочных комплексов для транспортировки ОЯТ,
- строительство завода РТ-2 на ГХК для переработки ОЯТ ВВЭР-1000 со специальными средствами кондиционирования и захоронения радиоактивных отходов.

Для проведения эффективной политики обращения с ОЯТ целесообразно создание дополнительных мощностей по его хранению и переработке. Создание мощностей по хранению (до момента переработки) и переработке ОЯТ, и последующего рециклинга требует финансовых и материальных ресурсов. Финансирование затрат на создание предприятий по переработке ОЯТ и рециклингу можно обеспечить за счет:

- увеличения себестоимости производства электроэнергии на АЭС;
- направления части прибыли АЭС на хранение и переработку ОЯТ;
- введение специальной инвестиционной составляющей на АЭС и создание специализированного инвестиционного фонда для хранения и переработки ОЯТ по концерну «Росэнергоатом»;
- комбинированный способ, сочетающий вышеперечисленные направления.

Рассмотрим реализацию первого направления – увеличение себестоимости производства электроэнергии на АЭС для обеспечения строительства и эксплуатации необходимых производственных мощностей по переработке и последующему рециклингу 510-530 тU в год, а также для увеличения объема хранилищ ОЯТ.

Покрытие единовременных и текущих затрат можно возместить за счет увеличения себестоимости электроэнергии на АЭС. Для оценки величины увеличения себестоимости можно использовать критерий чистого дисконтированного дохода.

$$ЧДД = \sum_{t=1}^T (PP_t - Z_t) / (1 + E_n)^t \geq 0, \quad (1)$$

где PP_t – результаты при функционировании предприятий по хранению и переработке ОЯТ для t -го момента времени;

Z_t – единовременные K_t и текущие затраты I_t на хранение и переработку ОЯТ для t -го момента времени, которые определяются из выражения:
 $Z_t = K_t + I_t$;

E_n – нормативный коэффициент эффективности, принимаемый по ставке рефинансирования Центробанка.

В качестве результатов *РП* при сооружении и функционировании предприятий по хранению и переработке ОЯТ можно рассматривать необходимое увеличение издержек и себестоимости на производство электроэнергии на АЭС, т.е.

$$PP = \Delta C_{OЯТ} \times W, \quad (2)$$

где $\Delta C_{OЯТ}$ – увеличение себестоимости электроэнергии на АЭС для возмещения единовременных и текущих затрат на хранение и переработку ОЯТ, W – полезный отпуск электроэнергии на АЭС.

Необходимую величину увеличения себестоимости электроэнергии на АЭС ($\Delta C_{OЯТ}$) можно определить, приравнявая ЧДД к нулю. Таким образом полагаем, что за полный срок строительства и эксплуатации хранилищ и предприятий по переработке ОЯТ затраты на них должны покрыться за счет роста себестоимости и издержек на АЭС.

Преобразуя выражение (1), подставив в него выражение (2), получим

$$\sum_{t=0}^T (\Delta C_{OЯТ} \cdot W_t - Z_t)(1 + E_n)^{-t} = 0. \quad (3)$$

Если принять $\Delta C_{OЯТ} = const$, а также объем производимой электроэнергии и издержек на эксплуатацию предприятий по хранению и переработке ОЯТ считать постоянными, то выражение (3) примет вид:

$$\Delta C_{OЯТ} W \sum_{t=0}^T (1 + E_n)^{-t} = \sum_{t=0}^{T_{смпОЯТ}} K_{перт} (1 + E_n)^{-t} + I_{перт} \sum_{t=0}^T (1 + E_n)^{-t}. \quad (4)$$

Оценим увеличение себестоимости электроэнергии для покрытия затрат на переработку ОЯТ на АЭС с реакторами РБМК и ВВЭР. Примем мощность завода по переработке ОЯТ 500 тU в год (исходя из существующей потребности 510-530 тU), период строительства завода – 4 года, срок службы – 30 лет, удельные капитальные затраты на переработку 1тU – $30 \cdot 10^6$ руб. Тогда капитальные затраты на строительство завода мощностью 500 тU в год составят $150 \cdot 10^9$ руб. Издержки завода по переработке ОЯТ примем равными в размере 10% от величины капитальных вложений. В формуле (4) процентную ставку банка на капитал следует принимать по реальной процентной ставке, учитывая, что расчеты ведутся в постоянных ценах, т.е.

$$E_p = E_n - r_u, \quad (5)$$

где E_n – номинальная процентная ставка, которая составляла в докризисный период в России $E_n = 8\%$,

r_u – индекс инфляции ($r_u = 7\%$ по данным Роскомстат в среднем за 2010-2013 года [3]). При увеличении процентной ставки ЦБ РФ по депозитам до значения 17% (Решение ЦБ от 16.12.14 г.) инфляция составляет не менее 15%, поэтому величину реальной процентной ставки можно принять ориентировочно 1 – 2 %.

В расчетах принята реальная процентная ставка $E_p = 1\%$.

В выражении (4) под знаком суммы имеем убывающую геометрическую прогрессию. Если предположить, что капитальные вложения на строительство завода по переработке ОЯТ осуществляются за один год при сроке службы $T \rightarrow \infty$, тогда выражение (4) можно записать следующим образом:

$$\frac{\Delta C_{\text{ОЯТ}} \cdot W_{\text{год}}}{E_n} = K_{\text{пер}\Sigma} + \frac{I_{\text{пер}}}{E_n}, \quad (6)$$

$$\Delta C_{\text{ОЯТ}} = \frac{E_n \cdot K_{\text{пер}\Sigma} + I_{\text{пер}}}{W_{\text{год}}}. \quad (7)$$

Годовой объем выработки электроэнергии на всех АЭС с реакторами РБМК и ВВЭР при условии, что число часов использования установленной мощности $T_y = 6000$ ч, составит:

$$W_{\text{год}} = N_y \cdot T_y = (11 \times 1000 \text{ МВт} + 9 \times 1000 \text{ МВт}) \times 6000 \text{ ч} = 120 \cdot 10^9 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Тогда при ставке $E_n = 1\%$ увеличение себестоимости электроэнергии на АЭС составит:

$$\Delta C_{\text{ОЯТ}} = \frac{0,01 \cdot 120 \cdot 10^9 + 15 \cdot 10^9}{120 \cdot 10^9} = 0,138 \text{ руб} / \text{кВт} \cdot \text{ч}.$$

Формулу (4) можно преобразовать также следующим образом, полагая, что сумма T членов убывающей геометрической прогрессии конечна и суммарные затраты на завод по переработке ОЯТ $K_{\text{пер}\Sigma}$ осуществляются за один год:

$$\frac{\Delta C_{\text{ОЯТ}} \cdot W [1 - (1 + E_n)^{-T}]}{E_n} = \frac{K_{\text{пер}\Sigma} + I_{\text{пер}} [1 - (1 + E_n)^{-T}]}{E_n}, \quad (8)$$

откуда:

$$\Delta C_{\text{ОЯТ}} \frac{K_{\text{пер}\Sigma} + I_{\text{пер}} [1 - (1 + E_n)^{-T}]}{W [1 - (1 + E_n)^{-T}]} \cdot \frac{1}{E_n} = \frac{K_{\text{пер}\Sigma}}{W [1 - (1 + E_n)^{-T}]} \cdot \frac{1}{E_n} + \frac{I_{\text{пер}}}{W}. \quad (9)$$

Результаты расчета увеличения себестоимости электроэнергии на АЭС для обеспечения затрат на строительство завода по переработке ОЯТ и последующей его эксплуатации представлены в табл. 2 при условии что $T_{\text{стр}} = 1$ год, $T_{\text{экспл}} = 30$ лет.

Таким образом, увеличение себестоимости электроэнергии на АЭС для обеспечения затрат на строительство и функционирование завода по переработке ОЯТ составит 0,116-0,173 руб./кВт·ч при капитальных вложениях на сооружение завода 100-150 млрд.руб. при значении номинальной ставки банка $E_n = 1\%$.

Таблица 2.

Увеличение себестоимости электроэнергии на АЭС для покрытия затрат на строительство и эксплуатацию завода по переработке ОЯТ

($\Delta C_{\text{ОЯТ}}$, руб./кВт·ч)

Метод расчета *	Норма рентабельности $E_n, \%$	Капитальные затраты $K_{\text{пер}\Sigma}$, млрд.руб.	Ежегодные издержки $I_{\text{оят}}$, млрд.руб.	Капитальные затраты $K_{\text{пер}\Sigma}$, млрд.руб.	Ежегодные издержки $I_{\text{оят}}$, млрд.руб.
		150	15	100	10
Метод 1	1	0,138		0,092	
Метод 2	1	0,173		0,116	

*) Метод 1 – оценка $\Delta C_{\text{ОЯТ}}$ проведена по формуле (6); метод 2 – расчет выполнен по формуле (7).

Введение специальной инвестиционной составляющей на АЭС и создание специализированного инвестиционного фонда на хранение и переработку ОЯТ по концерну «Росэнергоатом» может быть обеспечено за счет увеличения себестоимости электроэнергии на АЭС, т.е. по сути этот метод финансирования затрат приведет к увеличению себестоимости электроэнергии аналогично первому методу. Использование же метода увеличения себестоимости в сочетании с методом финансирования затрат за счет прибыли может несколько снизить рост себестоимости на АЭС. Однако направление части прибыли концерна «Росэнергоатом» на строительство завода по переработке ОЯТ может привести к снижению финансирования других направлений деятельности концерна и повлиять на замедление темпов ввода новых мощностей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Артюгина И.М. Экономика ядерной энергетики. Учебное пособие. СПб: Изд-во Политехн. Ун-та, 2006. – 120 с.
2. Официальный сайт ОАО «Концерн Росэнергоатом» - <http://rosenergoatom.ru/wsp/wem/connect/rosenergoatom/site/>
3. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики - <http://www.gks.ru/dbscripts/cbsd/DBInet.cgi>

УДК: 338.28

Д.М. Меткин

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ НИУВС

EVALUATION METHODS OF INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF UNCONVENTIONAL HYDROCARBONS SOURCES OBJECTS

Аннотация. В статье рассматриваются методические принципы оценки инвестиционной привлекательности объектов НИУВС. В основу этих принци-

пов положены современные методы экономической оценки традиционных нефтегазовых объектов в России и опыт зарубежных стран, проводящих исследования в этой области.

Ключевые слова: объекты НИУВС, оценка инвестиционной привлекательности, рентабельность освоения объектов НИУВС, показатели инвестиционной привлекательности.

Abstract. The article considers methodological principles of estimation of investment attractiveness of objects of Unconventional sources of hydrocarbons. Foundations are put modern methods of economic evaluation of conventional oil and gas projects in Russia and the experience of foreign countries, conducting researches in this area.

Keywords: objects of unconventional hydrocarbons sources, evaluation of investment attractiveness, profitability of exploration of unconventional hydrocarbon sources objects.

Методические принципы оценки инвестиционной привлекательности для большинства объектов НИУВС являются сходными с принципами оценки традиционных источников УВС. Поскольку данная сфера производства в России не развита, то для обеспечения корректного выхода на оценку инвестиционной привлекательности объектов НИУВС требуется экстраполяция на отечественные условия имеющегося зарубежного опыта.

При проведении оценки инвестиционной привлекательности объектов НИУВС необходимо учитывать особенности структуры капитальных и эксплуатационных затрат. Номенклатура статей затрат информационно-нормативной базы оценки инвестиционной привлекательности объектов НИУВС аналогична номенклатуре статей затрат при оценке инвестиционной привлекательности традиционных углеводородных объектов.

Оценка инвестиционной привлекательности объектов НИУВС сводится к последовательной реализации следующих этапов:

1. Анализ зарубежного опыта изучения и освоения углеводородов сланцевых формаций;
2. Количественная оценка сырьевой базы углеводородов сланцевых формаций России;
3. Составление информационно-нормативной базы данных для проведения оценки инвестиционной привлекательности объектов НИУВС;
4. Показатели оценки инвестиционной привлекательности объектов НИУВС;
5. Характеристика объектов НИУВС по инвестиционной привлекательности и промышленной значимости.

Анализ зарубежного опыта свидетельствует, что при наличии экономических и технологических ресурсов процесс от постановки проблемы до промышленной стадии работ может проходить достаточно быстро. В качестве примера выступает реализация проекта освоения нефтяных песков провинции Альберта в Канаде – менее 16 лет. В США успешно скоординированные действия Правительства, геологических служб и компаний позволили вывести на

промышленный уровень качественно иной вид НИУВС – сланцевую нефть и газ (рис. 1).

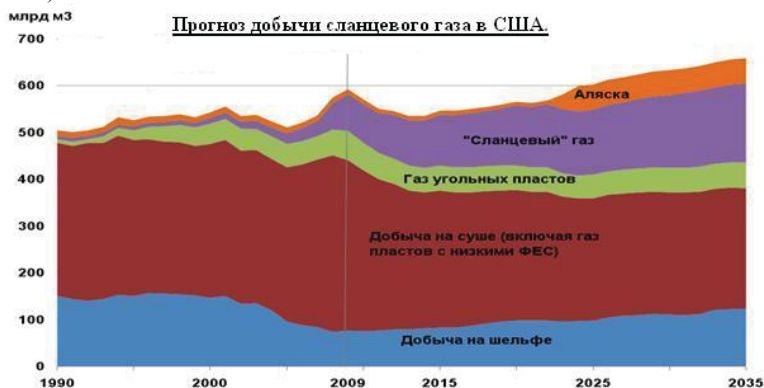


Рисунок 1. Основные этапы промышленного освоения сланцевого газа в США¹ [1].

Опыт организации работ по изучению и освоению нефтегазовых объектов сланцевых формаций в зарубежных странах (США, Китай, страны Евросоюза, Аргентина), имеющих существенные технологические, нормативно-правовые и экономические достижения может послужить основой для формирования последовательности проведения подобных работ в России (табл. 1.).

¹ Источник: Energy Information Administration. US Department of State, April 2010.

Таблица 1.
Принципы организации работ по изучению и освоению углеводородного потенциала сланцевых формаций в различных странах мира [1]

США <i>Постановка и развитие проектов</i> 1) Предоставление налоговых льгот недропользователям на проведение ГРП и освоение месторождений 2) Доступность объектов транспортной сети для любых производителей УВС путем подачи заявок на прокладку 3) Низкая стоимость долгосрочной аренды или приобретения территорий, содержащих промышленные запасы УВС 4) Наличие отечественной, высокоэффективной технологической базы и постоянное ее совершенствование 5) Основная часть недропользователей состоит из компании мелкого и среднего нефтегазового бизнеса <i>Организационные принципы, негативно влияющие на развитие работ</i> 1) Низкий уровень региональных цен на УВС 2) Снижение темпов ГРП 3) Экологические нормы, препятствующие разработке крупных месторождений	Китай <i>Постановка и развитие проектов</i> 1) Проведение открытых тендеров на приобретение прав на добычу УВ из сланцевых формаций 2) Основные недропользователи – государственные и крупнейшие компании нефтегазового сектора 3) Привлечение к разработке месторождений иностранных нефтегазовых компаний, при условии владения контрольным пакетом акций консорциума китайской стороной 4) Государственная программа освоения УВ ресурсов сланцевых формаций на краткосрочный и среднесрочный временные периоды 5) Развитие НИР и ОКР в области изучения и освоения углеводородных ресурсов сланцевых формаций на базе Государственного исследовательского центра сланцевого газа 6) Выплаты государственных дотаций недропользователям, занятым добычей сланцевого газа 7) Государственный контроль за выполнением плана по объемам бурения разведочных, эксплуатационных и водоносных скважин 8) Цены на УВ сырье сланцевых формаций не подлежат государственному регулированию <i>Организационные принципы, негативно влияющие на развитие работ</i> 1. Слабо развитая сеть транспортной инфраструктуры 2. Неопределенность схем финансирования проектов освоения УВ потенциала сланцевых формация 3. Длительный срок согласования договоров перед началом добычи 4. Отсутствие отечественных технологий добычи

Европа <u>Постановка и развитие проектов</u> 1) Проводится количественная оценка углеводородного потенциала сланцевых формаций (Польша, Великобритания) 2) Определены потенциально перспективные регионы добычи сланцевого газа 3) Каждая страна ЕС имеет право самостоятельно распоряжаться собственными УВ ресурсами сланцевых формаций 4) Стремление правительства к повышению энергобезопасности стран ЕС 5) Стремление правительства к энергетическому самообеспечению стран ЕС 6) Административная поддержка НИОКР 7) Привлечение иностранных компаний-разработчиков 8) Готовность правительства вводить поощрительные меры государственной поддержки недропользователей <u>Организационные принципы, негативно влияющие на развитие работ</u> 1) Действие моратория запрещающего применение метода ГРП (Франция, Болгария и Чехия) 2) Действие различных запретительных мер природоохранного характера (Швейцария, Германия, СеЗверная Ирландия, Румыния) 3) Обязательное проведение экологической экспертизы объектов скоплений УВ в сланцевых формациях до начала работ (Австрия)	Аргентина <u>Постановка и развитие проектов</u> 1. Существует развитая инфраструктурная сеть газопроводов 2. Ряд крупных перспективных проектов по освоению углеводородного потенциала сланцевых формаций находится на стадии изучения и разработки 3. Правительство страны предоставляет преимущества недропользователям при реализации углеводородного сырья на внутреннем рынке 4. Действует система льготного налогообложения недропользователей 5. Отлажен постоянный приток иностранного капитала в разработку месторождений сланцевого газа 6. Государственная Программа Gas Plus позволяет компаниям-разработчикам продавать сланцевый газ с новых месторождений по более высоким ценам 7. Национальная нефтегазодобывающая компания УРЕ приняла программу по изучению и добыче УВ из сланцевых формаций на период до 2017 г. <u>Организационные принципы, негативно влияющие на развитие работ</u> Принципов, негативно влияющих на развитие отраслевых работ не отмечается.

Организация работ по изучению и освоению углеводородного потенциала сланцевых формаций в США сильно фрагментирована. Основную роль здесь играют независимые региональные компании малого и среднего бизнеса. Так же сильное положительное влияние на развитие работ отрасли оказывает государство, предоставляя недропользователям налоговые льготы.

В Китае изучением и освоением углеводородных объектов сланцевых формаций занимаются государственные и крупные коммерческие нефтегазовые корпорации. Одновременно с этим законодательством страны допустимо участие в разработке иностранных компаний, при условии владения контрольным пакетом акций консорциума китайской стороной. На всех этапах работ проводится жесткий государственный контроль за недропользователями. Государство, в целях стимулирования компаний к изучению и освоению углеводородных объектов сланцевых формаций определило размер дотационных выплат недропользователям на каждую тонну (тыс м³) добытого сырья.

В европейских странах, практически повсеместно действуют жесткие экологические ограничения на добычу углеводородного сырья из сланцевых формаций. Исключение составляет Польша, обладающая перспективными промышленным запасами углеводородного сырья сланцевых формаций и относительно мягким, по отношению к недропользователям, законодательством. На административном уровне поддержка работ по изучению и освоению углеводородного потенциала сланцевых формаций заключается в финансировании НИОКР, широком привлечении иностранных компаний-разработчиков с опытом подобных работ и готовности вводить дополнительные поощрительные меры (льготное налогообложение, государственные дотации и др.).

Аргентина занимает третье место по объему промышленных запасов сланцевого газа в мире, после США и Китая. Правительство страны, помимо введенного льготного налогообложения, предоставляет преимущества недропользователям при продаже углеводородного сырья добытого из сланцевых формаций. Благодаря стратегии ведения внешней политики в страну с каждым годом увеличивается поток иностранных инвестиций, направляемых в рассматриваемую отрасль.

Оценка инвестиционной привлекательности углеводородных объектов сланцевых формаций должна соответствовать общепринятым в мировой практике принципам оценки эффективности инвестиций и финансового анализа, а также учитывать реальные экономические и правовые условия недропользования в России.

В силу низких фильтрационно-емкостных свойств продуктивных толщ и, в частности, ограниченной проницаемости вмещающих отложений оцениваемый участок невозможно рассматривать как единую гидродинамическую систему, так как зона дренирования ограничена областью развития зон трещиноватости после проведения гидроразрыва пласта. Поэтому, проведение анализа геолого-промысловых свойств объекта освоения сводится к автономному анализу каждой отдельной скважины и, соответственно, может быть сведен к ана-

лизу некой осредненной скважины, что значительно упрощает алгоритм проведения оценки инвестиционной привлекательности, поскольку позволяет ограничиться сравнительным анализом доходов от эксплуатации такой скважины и капитальных и эксплуатационных расходов, связанных с промышленным вводом этой скважины и обеспечением ее функционирования.

Основным элементом, который необходимо учесть при определении инвестиционной привлекательности проектов освоения НИУВС является схема амортизации капитальных затрат. Низкие дебиты скважин, их быстрое падение и необходимость внесения затрат на поддержание продуктивности скважин и короткий срок службы скважин требуют изменения традиционных сроков амортизации и существующих ставок амортизационных отчислений.

Поэтому, амортизационные отчисления должны формироваться по ускоренной схеме, например, пропорционально годовой добыче сырья. Период полной амортизации капитальных затрат должен приниматься максимально коротким. Например, практически по всем бассейнам США, где добываются газовые ресурсы из коллекторов рассматриваемой группы уже после первого года работы скважин дебиты падают на 70-75% от первоначального уровня, за следующие несколько лет снижаясь до уровня 8-13% от максимального значения. Срок службы таких скважин не превышает 8-12 лет.

Оценка инвестиционной привлекательности объектов НИУВС должна производиться в рамках действующей налоговой системы. Однако российская налоговая система еще не приспособлена для реализации таких проектов. Первые шаги в этом направлении были предприняты в 2014 году при разработке поправок в Налоговый Кодекс РФ в части определения формулы исчисления и ставки налога на добычу полезных ископаемых. Так, налогообложение производится по налоговой ставке ноль рублей для нефти, добытой из залежей углеводородного сырья относящихся к баженовским, абалакским, хадумским и доманиковым продуктивным отложениям.

Налоговые вычеты по газовым объектам не учитывают специфики данной группе проектов и негативно влияют на показатели инвестиционной привлекательности. Если в США, которые являются лидерами в освоении объектов НИУВС, налоговая система нацелена на привлечение инвестиций в такие проекты, то российская налоговая система не имеет подобной аналогии.

Бюджетная эффективность от подобных проектов определяется объемами прямых налоговых поступлений и эффектами синергии, возникающими при реализации проектов освоения объектов НИУВС. К ним относятся: высокая доля занятости высококвалифицированного персонала в непрофильных отраслях экономики в регионах, характеризующихся высокой безработицей, дополнительная востребованность продукции машиностроения и других отраслей промышленности, а также налоговые поступления от них, возможность решения проблем, связанных с обеспечением некоторых регионов энергоресурсами.

Расчет показателей оценки инвестиционной привлекательности объектов НИУВС проводится должен проводиться за период безубыточной добычи, в качестве которого принят временной интервал от начала работ до момента, когда

текущий чистый недисконтированный доход по проекту становится отрицательным.

При проведении оценки инвестиционной привлекательности объектов НИУВС необходимо выполнять ряд требований, обеспечивающих возможность использования ее результатов для решения конкретных управленческих задач. К основным из них относятся:

1. Учет основных характеристик оцениваемого объекта НИУВС, оказывающих влияние на результаты его освоения;
2. Учет технико-экономических условий освоения оцениваемого объекта;
3. Проведение разнвариантных расчетов с целью определения наиболее рациональных направлений использования запасов и учета вероятностного характера экономических и геолого-промысловых параметров объекта.
4. Учет всех этапов промышленного освоения объекта оценки.

В качестве базовых показателей оценки инвестиционной привлекательности объектов НИУВС выступают чистый дисконтированный доход (ЧДД), внутренняя норма рентабельности (ВНР), индекс доходности инвестиций (ИД) и срок окупаемости капитальных вложений. Эти показатели определяются на основе расчетов денежных потоков, состоящих из денежных притоков и оттоков, связанных с реализацией проекта освоения объекта НИУВС за весь расчетный период[1].

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) – сумма эффектов по годам за весь расчетный период, приведенных к начальному моменту оценки:

$$ЧДД = \sum_{t=0}^T \frac{(Ц_t - K_t - Э_t - П_t)}{(1 + E)^t}, \quad (1)$$

где $Ц_t$ - стоимость добываемого в t -ом году сырья, исчисляемая в принятых уровнях цен;

K_t - капитальные затраты в t -ом году;

$Э_t$ - эксплуатационные затраты в t -ом году (без учета амортизации);

$П_t$ - сумма платежей за недропользование и реализацию добываемого сырья;

E - норма дисконта;

T - период действия проекта освоения объекта НИУВС.

Определение экономического эффекта от освоения ресурсов НИУВС проводится по формуле:

$$R = \frac{\sum_{t=0}^T (Z_t - S_{pt} - S_{dt} - S_{irt} - S_{int})}{(1 + r)^t}, \quad (2)$$

где Z_t - ценность добываемого в t -м году сырья, руб.;

S_{pt} - затраты в t -м году на проведение дополнительных ГРП, руб.;

S_{dt} - затраты в t -м году на добычу сырья, руб.;

S_{irt} - затраты в t -м году на транспорт, руб.;

S_{int} - затраты в t -м году на строительство объектов инфраструктуры, руб.

T - расчетный период освоения ресурсов, лет;

r - норма дисконта.

При проведении оценки инвестиционной привлекательности прогнозные ресурсы НИУВС рекомендуется разделять на региональные и локальные объекты. Величина удельных затрат на освоение локального объекта ($S_{\text{л}}$) определяется следующим образом:

$$S_{\text{л}} = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{(S_{\text{пл}} + S_{\text{дт}} + S_{\text{пл}} + S_{\text{инт}})}{(1+E)^t}}{\sum_{t=1}^T Q_t (1+E)^t}, \quad (3)$$

где Q_t – объем ресурсов локального объекта.

Величина удельных затрат на освоение регионального объекта оценки (S_p) рассчитывается по приведенной ниже формуле:

$$S_p = \frac{\sum_{i=1}^T S_{\text{л}i} n_i}{\sum_{i=1}^T n_i}, \quad (4)$$

Оценка инвестиционной привлекательности локального объекта НИУВС производится с учетом работ, обеспечивающих достижение максимального дохода от его освоения. Оценка инвестиционной привлекательности регионального объекта НИУВС определяется как сумма оценок локальных объектов, входящих в этот региональный объект.

Поскольку чистый дисконтированный доход не учитывает объем инвестиций, то необходимо использовать относительные показатели. Внутренняя норма рентабельности ($E_{\text{вн}}$) определяется путем решения уравнения:

$$\sum_{t=0}^T \frac{(C_t - K_t - \mathcal{E}_t - P_t)}{(1+E_{\text{вн}})^t} = 0, \quad (5)$$

Значение ВНР определяется путем подбора варианта, при котором величина чистого дисконтированного дохода равна нулю. При значении ВНР равной или большей принятой инвестором нормы доходности, объект НИУВС считается инвестиционно-привлекательным.

Как правило, перспективные объекты НИУВС мало изучены и не имеют утвержденных проектных документов. Для оценки их инвестиционной привлекательности значения показателя рентабельности освоения может быть определено по упрощенному графо-аналитическому методу. В его основе лежит принцип построения номограмм, позволяющих определять степень промышленной значимости объектов НИУВС. Пример построения номограммы для объекта НИУВС представлен на рис. 2.

Для построения номограммы проводятся расчеты ВНР по типовым объектам региона, с учетом стандартных значений крупности этих объектов, начальных максимальных дебитов скважин и глубин залегания продуктивных горизонтов. Полученные расчетные значения ВНР принимаются в качестве базовых. Значения этого показателя для аналогичных объектов данного региона получаются путем интерполяции расчетных значений.

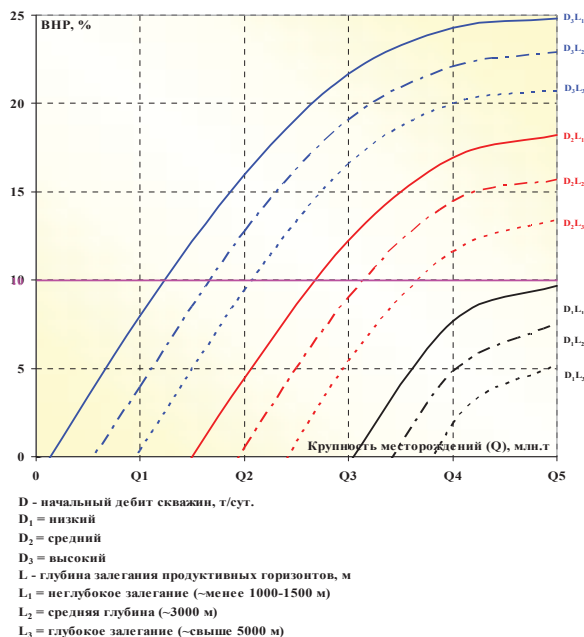


Рисунок 2. Влияние горно-геологических характеристик на ВНР освоения объектов НИУВС[2]

Промышленная значимость объектов НИУВС устанавливается на номограммах в точках пересечения построенных кривых с горизонтальной прямой. При отсутствии информации, необходимой для проведения экономической оценки запасов, выделение групп запасов по экономической эффективности не производится.

Период окупаемости капитальных вложений — временной интервал, на границе которого чистый дисконтированный доход от освоения объекта НИУВС становится положительным.

Ни один из перечисленных показателей инвестиционной привлекательности сам по себе не является достаточным для принятия решения о вложении средств. Такое решение должно приниматься с учетом значений всех перечисленных показателей. При этом решающую роль должны играть структура и распределение во времени капитальных затрат, привлекаемых для реализации инвестиционного проекта, в совокупности другими факторами, не всегда поддающимися формальному учету.

Для эффективного управления проектами освоения объектов НИУВС необходимо своевременно принимать следующие виды управленческих решений:

I. Решение об участии в аукционе (конкурсе) по распределению лицензионных участков с открытыми месторождениями НИУВС;

II. Решение о проведении поисковых и разведочных работ на объекте НИУВС;

III. Решение об обустройстве объекта НИУВС;

IV. Решение о вводе объекта НИУВС в промышленное освоение;

V. Решение о прекращении разработки объекта НИУВС.

Управленческие решения на всех стадиях освоения объектов НИУВС принимаются на основе результатов их экономической оценки. Схема принятия решений приведена на рис. 3.

При положительном значении критериальных показателей, превышающих заданные нормативы принимается решение о продолжении работ. В случае отрицательных значений критериальных показателей проводится их анализ и определяются параметры, при которых экономические показатели могут принять требуемые значения. Если достижение таких параметров возможно, то может быть принято решение о продолжении работ. В противном случае работы прекращаются.

В качестве критериев принятия управленческих решений по управлению проектами освоения углеводородного сырья сланцевых формаций принимаются: объем промышленных запасов ($Q_{извл}$), объем инвестиций (I), ожидаемая денежная оценка объекта (EMV), величина чистого дисконтированного дохода (NPV) и внутренней нормы доходности (IRR), период окупаемости инвестиций ($T_{ок}$), индекс доходности затрат (PI), чистый дисконтированный доход государства ($ЧДД_{гос-ва}$).

Управленческие решения принимаются на основе анализа значений перечисленных показателей. Поскольку официальных нормативных значений не существует, каждый недропользователь вырабатывает собственные представления о допустимых уровнях экономических показателей.

Несмотря на активные мировые тенденции в области освоения объектов НИУВС их добыча в России в ближайшей перспективе маловероятна, в силу отсутствия технологий и острой необходимости в разработке подобных месторождений. При этом освоение объектов, содержащих сланцевые нефть и газ может быть осуществлено путем привлечения иностранных инвесторов, заинтересованных в разработке подобных месторождений. К ним в частности относятся китайские нефтегазодобывающие компании, проявляющие активный интерес в этой области.

В качестве первоочередных объектов разработки могут выступать баженовские отложения в Западной Сибири, доманиковые отложения в Северо-Западном ФО и структуры Калининградской области.

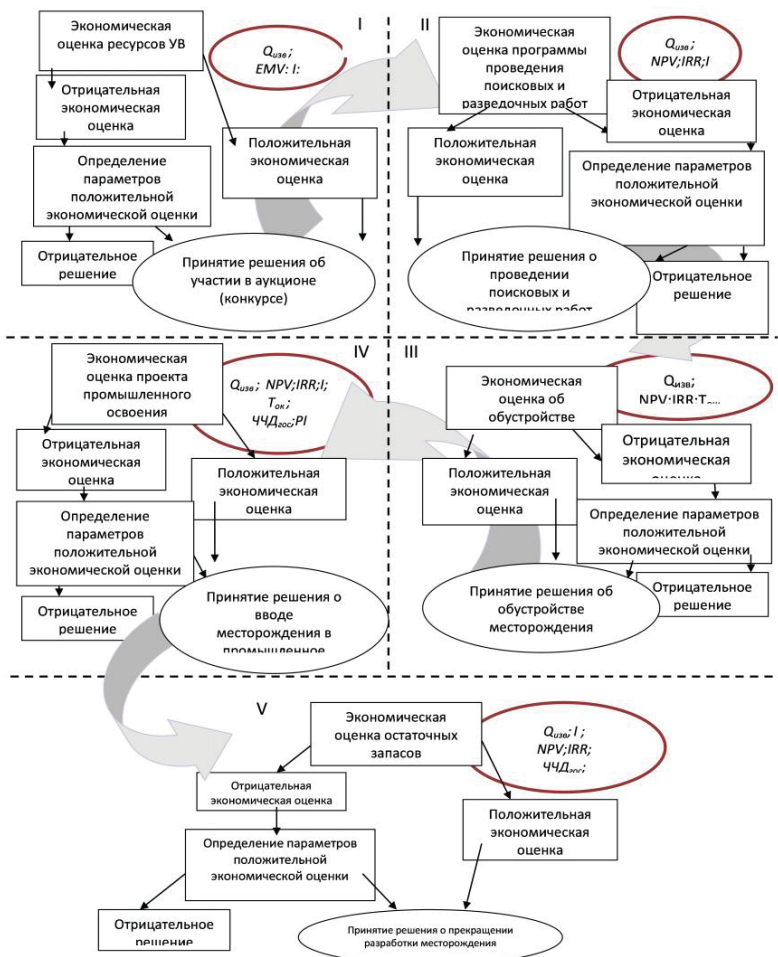


Рисунок 3. Схема принятия управленческих решений на каждой стадии освоения УВ потенциала сланцевых формаций [1]

ЛИТЕРАТУРА:

1. О.М. Прищепа, О.Ю. Аверьянова, А.А. Ильинский и др. «Нефть и газ низкопроницаемых сланцевых толщ». Труды ВНИГРИ. Санкт-Петербург, 2014 – 324 с.
2. Отчет о научно исследовательской работе по базовому проекту 10-М1-01 «Разработать рекомендации по изучению и освоению нетрадиционных источников и объектов углеводородного сырья», Научный руководитель: В.П.Якуцени, Ответственный исполнитель: А.А. Ильинский. С-Пб., 2011.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В
БЮДЖЕТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО ПРЕДПРИЯТИЯAPPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGY BUDGETING ELECTRIC
GRID COMPANIES

Аннотация. В статье рассмотрена методология бюджетирования электросетевого предприятия, типы бюджетов, бюджетные классификаторы, представлена общая схема бюджетной структуры. Определены достоинства и недостатках пяти самых известных западных автоматизированных систем бюджетирования, типичные методологические проблемы и ошибки российских компаний. На примере российского электросетевого предприятия рассмотрена Автоматизированная система планирования, бюджетирования, аналитической отчетности (АСПБ), её функциональные возможности и основные преимущества.

Ключевые слова: бюджетирование электросетевой компании, бюджетная структура, бюджетные классификаторы, информационные технологии в бюджетировании, автоматизированная система планирования и бюджетирования, ключевые показатели эффективности.

Abstract. The article discusses the methodology of budgeting power grid enterprises, types of budgets, budget classifiers, the general scheme of the budget structure. Identified advantages and disadvantages of the five most famous Western automated budgeting systems, typical methodological problems and errors of Russian companies. On the example of the Russian power grid enterprises considered Automated planning, budgeting and analytical reporting (ASPB), its main features and advantages.

Keywords: budgeting electric grid company, budget structure, budget classification, information technologies in budgeting, automated planning and budgeting system, key performance indicators.

Формирование и контроль бюджета электросетевого предприятия, обусловлено обеспечением наиболее эффективного использования финансовых ресурсов в разрезе основных направлений деятельности, установлением необходимой пропорциональности в использовании ресурсов на цели производственного и социального развития в соответствии со стратегическими целями развития, оперативной корректировкой происходящих изменений в увязке необходимости достижения целевых значений, установленных на текущий год.

Бюджетирование-это технология финансового планирования, учета и контроля доходов и расходов, получаемых от бизнеса на всех уровнях управления, позволяющая анализировать прогнозируемые финансовые показатели и управлять с их помощью ресурсами (прежде всего финансовыми как отдельно го бизнеса, так и компании в целом).

Бюджет – это конкретная форма, в которой производится планирование показателей и результатов деятельности, выраженных в денежных и натуральных величинах, для компании и бизнес-единиц (структурных подразделений), на определенный промежуток времени.

Виды бюджетов электросетевого предприятия:

- По компании – Сводный бюджет,
- По центрам финансовой ответственности – Операционный бюджет,
- По области деятельности (продажи, закупки) – Функциональный бюджет.

Типы бюджетов:

- Стоимостные
- Бюджет доходов и расходов (БДР)
- Бюджет движения денежных средств (БДДС)
- Бюджет баланса
- Натурально-стоимостные:
- Бюджет производства
- Бюджет запасов сырья и материалов
- Бюджет закупок

Бюджетная структура – система бюджетов компании, на основании которой происходит планирование и учет результатов хозяйственной деятельности. Общая схема бюджетной структуры электросетевого предприятия представлена на рис.1.

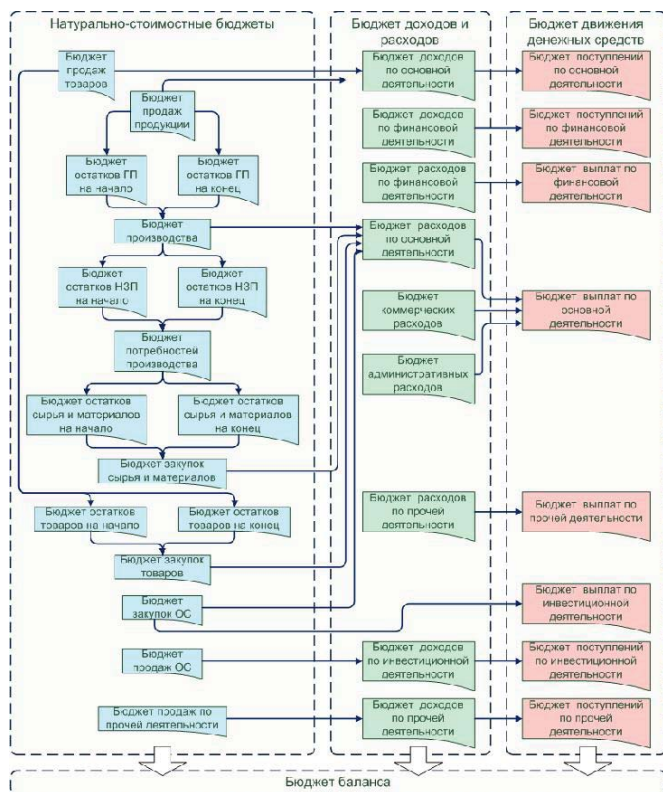


Рисунок 1. Общая схема бюджетной структуры

В целях обеспечения планирования, учета результатов и анализа результатов исполнения бюджетов по различным критериям управления, показатели каждого бюджета группируются в разрезе бюджетных классификаторов:

Таблица 1.

Бюджетные классификаторы и их назначение

Бюджетный классификатор	Цель, назначение
Классификатор ЦФО	Определение вклада каждого ЦФО в конечный результат деятельности предприятия электроэнергетики
Классификатор функциональных бюджетов (видов деятельности)	Определение пропорций финансирования деятельности и конкретных ЦФО по функциональным направлениям деятельности.
Классификаторы статей БДР (для БДР) или статей	Определение видов получаемых и расходуемых экономических ресурсов (элементов доходов и элементов затрат).

Бюджетный классификатор	Цель, назначение
БДДС (для БДДС и Бюджета закупок)	
Классификатор мест возникновения затрат	Определение пропорций финансирования деятельности предприятия электроэнергетики по прямым и накладным расходам по отношению к объектам ЕНЭС (прямые расходы), организационным подразделениям (накладные расходы).
Классификатор проектов	Определение пропорций финансирования деятельности по конкретным проектам, целям, задачам.
Классификатор видов работ по ТОиР	Группировка доходов и расходов в разрезе видов ремонтно-эксплуатационных работ в целях недопущения убытков по каждой из них.

Разработка бюджетов, учет их исполнения и анализ результатов исполнения осуществляются с применением управленческого плана счетов.

Управленческий план счетов – универсальная экономико-математическая балансовая модель, позволяющая методом двойной записи отразить показатели бюджетов на управленческих счетах в разрезе бюджетных и аналитических классификаторов для целей сопоставления источников средств и направлений их использования, а также комплексного прогнозирования финансового состояния электросетевого предприятия.

Разработка управленческого плана счетов:

- На основе бухгалтерского плана счетов (РСБУ)
- На основе международного плана счетов (GAAP, IAS)
- Индивидуальный план счетов
- Специфика для бюджетирования:
- Специальный счет для внутрифирменных расчетов
- Аналитика ЦФО для всех счетов
- Аналитика ДДС для денежных счетов
- Аналитика ДР для счетов доходов/расходов

Управленческий план счетов электросетевого предприятия формируется путем укрупнения плана счетов бухгалтерского учета в целях сокращения аналитических разрезов имеющих значение для бухгалтерского учета, но не имеющих отношения к планированию и учету исполнения бюджетов.

В целях обеспечения требуемой аналитичности планирования и учета записи по управленческому плану счетов отражаются в разрезе бюджетных и аналитических классификаторов.

Отражение записей по управленческому плану счетов осуществляется в следующем порядке:

- Плановые данные отражаются по управленческому плану счетов путем отражения плановых показателей бюджета методом двойной записи. Схема бюджетных операций (проводок) определена для каждой статьи БДР и каждой

статьи БДДС. Проведение операций по управленческому плану счетов обеспечивается **автоматизированными средствами планирования и бюджетирования.**

- Данные об учете исполнения бюджетов по управленческому плану счетов отражаются путем загрузки из системы бухгалтерского учета шахматной ведомости бухгалтерских операций с детализацией отдельных счетов до соответствующих бюджетных классификаторов.

Организацию бюджетного процесса электросетевого предприятия можно представить в виде набора следующих мероприятий:

- Регламентация бюджетного процесса;
- Разработка взаимодействия бизнес-единиц при постановке бюджетирования (документооборот и процедуры);
- Разработка форм бюджетного контроля (отчеты, отклонения план/факт);
- Разработка механизма анализа бюджетов, процедуры внесения изменений (корректировок);
- Механизм принятия управленческих решений (управление операционной деятельностью на основе бюджетов);
- Нормативные документы по бюджетированию.

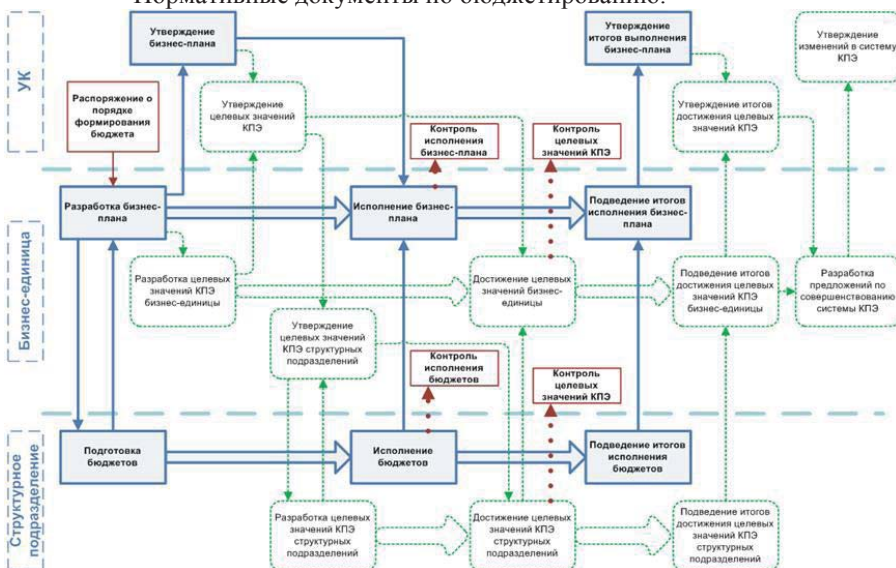


Рисунок 2. Схема бюджетного процесса электросетевого предприятия

Результаты внедрения системы бюджетного управления и контроля:

- Формализация стратегических и тактических целей компании;
- Реализация системы распределения ответственности и полномочий;
- Оптимизация использования ресурсов;
- Отсутствие кассовых разрывов;

- Выполнение запланированных показателей финансового результата (прибыль, рентабельность, ликвидность и т.д.);
- Внедрение системы экономического стимулирования на базе KPI и бюджетов;
- Создание механизмов балансировки финансовых и нефинансовых показателей;
- Переход от «философии производства» к «философии рынка»;
- Снижение уровня запасов (готовой продукции, НЗП, сырья и материалов) на 20-30%;
- Снижение общепроизводственных затрат на 20-30%;
- Снижение общехозяйственных затрат на 10-15%;
- Увеличение прибыли подразделений - центров прибыли на 10-20%.

Информационные технологии в бюджетировании

Планировать, анализировать и контролировать бюджеты можно с помощью многих корпоративных информационных систем, однако наибольшие возможности по бюджетному управлению предприятием предоставляют специальные программы - автоматизированные системы бюджетирования.

Автоматизированная система бюджетирования (АСБ) представляет собой компьютерную финансовую модель компании в виде взаимосвязанных бюджетов производства, инвестиций, продаж, закупок и т.д. Модель позволяет не только планировать потоки средств по каждому центру финансовой ответственности, и сравнивать их с фактическими данными, но и анализировать, как текущие и будущие изменения показателей отразятся на финансовом состоянии компании. Любая АСБ должна состоять из следующих функциональных блоков:

1. Система бюджетов
2. Средства для работы с системой бюджетов (дополнительные функции, редактор отчетов)
3. Средства для организации коллективной работы
4. Средства для импорта (перевода) данных из одной учетной системы в другую.

Функционально информационная система должна позволять:

- Проводить сценарный анализ при формировании бюджетов;
- Разрабатывать бюджеты с учетом взаимосвязей между предприятиями в процессе производства изделий в разрезе участков учета;
- Использовать подходы при формировании бюджетов «сверху вниз» и «снизу вверх»;
- Настраивать форматы бюджетов, связи между статьями отдельных бюджетов, масштабировать произведенные настройки;
- Проводить анализ и строить отчеты в необходимых аналитических разрезах;
- Вносить корректировки в бюджеты;
- Хранить в системе различные версии бюджетов;
- Проводить многомерный анализ информации;

- Анализировать показатели бюджетов с использованием информации, за счет чего они были сформированы (функция «drill down»);
- Контролировать исполнение бюджетов, использовать технологию «управление по отклонениям».

Рассмотрим достоинства и недостатки пяти самых известных западных автоматизированных систем бюджетирования, которые находятся приблизительно в одной ценовой нише (Таблица 2).

Таблица 2.

Наименование АСБ	Достоинства	Недостатки	Вывод:
Microsoft Excel	Позволяет вводить любые формулы и строить практически любые взаимосвязи и прогнозы. Возможность импортировать информацию из большинства учетных систем, а также текстовые файлы, что облегчает ввод данных.	Отсутствие возможности составлять несколько вариантов бюджета. Для каждого нового варианта приходится заводить свой файл, что приводит к путанице и чрезмерной нагрузке на сервер; Консолидация данных вручную, что вызывает большое количество ошибок и несоответствий; Нет гибкого уровня доступа к данным (все данные доступны всем пользователям, тогда как на практике некоторые данные должны быть доступны только топ-менеджменту); Низкая производительность системы. Прогнозирование при большом массиве данных в этой системе также затруднено.	Небольшие предприятия, где незначительное количество центров ответственности, вполне могут использовать Excel в качестве доступного программного средства для бюджетирования.

Продолжение таблицы 2.

Наименование АСБ	Достоинства	Недостатки	Вывод:
Oracle Financial Analyzer (OFA)	Многофункциональный инструмент моделирования бюджетов. Эта система позволяет применять формулы любой степени сложности, и проводить многомерный анализ данных в любом разрезе (например, анализ доходности компании за 2 квартал года по каждому продукту с разбивкой по дилерам региона). Гибкий уровня доступа к данным. В системе могут работать сотрудники, находящиеся в различных городах, что очень важно для компаний с множеством филиалов.	Система не полностью переведена на русский язык. Не развиты средства документирования модели, то есть разработанную модель сложно описать с помощью встроенных инструментов (н-р, получить условную схему модели в виде рисунка или таблицы). Полностью отсутствуют встроенные средства, позволяющие вести документооборот (начав работу с бюджетом, вы не знаете, внес ли туда свои данные тот или иной отдел).	Очень мощная и функциональная система, подходит для компаний, у которых сложная взаимосвязь между бюджетами. Но для обслуживания этой системы и грамотной работы в ней понадобятся сильная IT-служба и штатные аналитики.
Hyperion Pillar	Достаточно проста в освоении. Обладает наглядным интерфейсом и русифицирована. Имеет хороший инструментарий для создания различных отчетов и гибкую структуру документооборота. Бюджеты можно составлять "сверху вниз", "снизу вверх" и по смешанным схемам.	Трудоемкость реализации сложных задач из-за наличия некоторых ограничений. Н-р, число уровней аналитики (степеней детализации информации) в модели не может превышать 12. На первый взгляд, этого более чем достаточно, но на практике при работе с этой системой часто обнаруживается, что все уровни аналитики уже использованы.	Хорошая система для предприятий, в которых не очень сложная финансовая структура и финансовая модель. Так как освоить Hyperion очень просто, эта система идеально подходит тем компаниям, где сотрудники негативно реагируют на изменения или у них недостаточно времени на обучение.

Продолжение таблицы 2.

Наименование АСБ	Достоинства	Недостатки	Вывод:
Adaytum e.Planning	В системе хорошо организовано ведение документооборота: схемы движения документов и регламенты работы можно просто рисовать с помощью мышки. Созданная модель, как и в OFA, можно разделить на подмодели по определенному классу аналитических уровней (например, по ЦФО, по затратам и т.д.), что хорошо для больших предприятий. Удобство контроля исполнения бюджета. В столбцах отражаются плановые и фактические значениями показателей, и темпы их изменения. Программа русифицирована.	Низкая производительность. С помощью стандартных средств, имеющихся у системы, можно просмотреть либо суммарные значения, либо полностью детализованные.	Система подойдет предприятиям, в которых самое важное - организация коллективной работы (с участием различных, в том числе удаленных подразделений) над бюджетом.
Comshare MPC	Выделяется возможностями для создания отчетов (множество графиков и таблиц). Наглядность системы (возможность цветового выделения отклонений значений от заданных). Например, отклонение на 10% будет выделено розовым, на 15% - зеленым, а на 20% - ярко-красным. При работе с многостраничными консолидированными отчетами это особенно удобно. Это касается и показателей, которые вычисляются по	Состоит из большого числа отдельных модулей, (например, для подсчета оборачиваемости активов, необходимо запустить первый модуль, в котором нужно нарисовать схему движения активов, затем во втором модуле составить формулу, в третьем - создать отчет и т.д.).	Система подойдет предприятиям, которым важны подробные и хорошо оформленные отчеты, и которые готовы не экономить на труде работников ИТ-служб.

Наименование АСБ	Достоинства	Недостатки	Вывод:
	формулам, например, оборачиваемости или ликвидности. Система позволяет строить довольно сложные модели, и корректно работать с удаленными филиалами.		

Типичные методологические проблемы и ошибки российских компаний:

- Неверное определение целей и задач бюджетного управления;
- Неверное понимание «бюджетирования»;
- Отсутствие единой логики составления бюджетов и взаимосвязи бюджетов;
- Неверная терминология: доходы, поступления, затраты, расходы, выплаты;
- Неверный выбор объектов бюджетного управления;
- Неверная классификация объектов бюджетного управления;
- Отсутствие взаимосвязи планирования и учета, системы исполнения бюджетов, системы ключевых показателей деятельности;
- Отсутствие стратегии или среднесрочного бизнес-плана;
- Отсутствие утвержденной финансовой структуры компании;
- Неверное определение центров финансовой ответственности;
- Неверное распределение ролей в бюджетном процессе;
- Отсутствие ответственных за бюджетные показатели;
- Отсутствие взаимосвязи между системами бюджетирования и мотивации персонала;
- Попытки лоскутной автоматизации;
- Неверное понимание назначения информационных систем по бюджетированию;
- Отсутствие ответственных за автоматизацию со стороны предприятия.
- Проект по бюджетированию считается успешным, если:
- Достигаются поставленные стратегические цели;
- Система планирования позволяет устранить проблемные места бизнеса или хотя бы предвидеть возможные проблемы для принятия заранее управленческого решения («подстелить соломку»);
- Отклонения фактических результатов от плановых незначительны (бюджеты исполняются);
- Повышается общая управляемость бизнесом.

Автоматизированная система планирования, бюджетирования, аналитической отчетности (АСПБ) на примере ОАО «ФСК ЕЭС»

Интенсивное развитие информационных технологий в электроэнергетике продиктовано как требованиями рынка и реформирования отрасли, так и необходимостью выхода на качественно новый уровень управления электросетевым комплексом.

К примеру особенность ОАО "ФСК ЕЭС" состоит в том, что оно обеспечивает управление единым физическим объектом - магистральными сетями ЕНЭС – через филиальную сеть. При этом каждый филиал управляет частью целого, а исполнительный аппарат не обладает на сегодняшний день полной информацией о состоянии всего объекта управления, что не позволяет принимать обоснованные решения о распределении ресурсов по сетям в целом. Решением данной проблемы является построение информационной модели объекта управления, которая отражала бы все основные виды его деятельности, каждый этап его работы. Благодаря этому исполнительный аппарат совместно с филиалами сможет принимать обоснованные и эффективные решения в области распределения ресурсов и оптимизации всех бизнес-процессов. Такая информационная модель создается в рамках корпоративной информационной системы управления (КИСУ) ОАО "ФСК ЕЭС", которая представляет собой комплекс автоматизированных систем (АС) по всем основным направлениям деятельности компании, включая автоматизированную систему планирования и бюджетирования (АСПБ).

Отраслевое решение «Автоматизированная система планирования и бюджетирования» для энергетики представляет собой комплексный интегрированный продукт на базе SAP BI, SAP ERP для автоматизации процессов планирования и бюджетирования генерирующих, сбытовых и сетевых энергетических компаний. Продукт включает в себя собственные оригинальные разработки и решения, отсутствующие в стандартной поставке системы.

Система предназначена для формирования планов и бюджетов компании на различных временных горизонтах, контроля исполнения бюджетов, сбора факта по бюджетам и формирования план-факт отчетности.

В системе реализованы следующие функциональные возможности:

- Поддержка ввода плановых данных, сложных расчетов, необходимых в бюджетах энергетических компаний.
- Мониторинг и контроль соблюдения регламента процесса планирования с помощью специально разработанной системы статусов (двухмерное отображение статусов, одновременно и процесса и структуры компании).
- Поддержка типичного для энергетических компаний процесса функционального согласования (функциональными подразделениями вне прямого организационного подчинения).
- Поддержка процессов формирования сценарных условий (бюджетирование «сверху-вниз»).
- Калькуляция плановой себестоимости в разрезе видов деятельности (производство и продажа электроэнергии, тепла, прочих видов деятельности).
- Поддержка процесса корректировки бюджетов в течение года (раз в квартал, месяц, разовые уточнения в течение года).

- Оперативные корректировки бюджета движения денежных средств (БДДС или ДПН).
- Формирование лимитов для контроля исполнения.
- Контроль исполнения лимитов по бюджетам.
- Формирование факта для контроля исполнения.
- Формирование основных бюджетных форм (БДР, БДДС, ДПН, Прогнозный Баланс).
- Формирование план-факт отчетности.
- Поддержка формирования Бизнес-Плана в формате РАО ЕЭС (или приближенных к нему) для компаний, ведущих бюджетирование в формате Бизнес-плана.
- Интеграция с внешними системами планирования (например, системами производственного планирования или планирования топлива).
- Интеграция с системой автоматизированного формирования ГКПЗ (при наличии).
- Регистрация договоров, формирование графиков платежей, обязательств, списаний по договорам.
- Активный контроль лимитов при проведении заявок на оплату, при регистрации договоров.
- Использование данных по переходящим договорам в процессе планирования.
- Формирование доходных и расходных статей бюджетов на основании графиков по договорам.
- Версионность бюджетов, поддержка нескольких сценариев бюджета, сравнение план-план.

Таким образом, Автоматизированная Система Планирования и Бюджетирования призвана обеспечить механизм ведения плановых данных в разрезе бюджетных аналитик, выступать в роли единого хранилища информации по фактически проведенным платежам, загружаемым из внешних систем и последующим просмотром данных в отчетах.

Планирование ведется на уровне департаментов (сотрудников верхнего уровня управления).

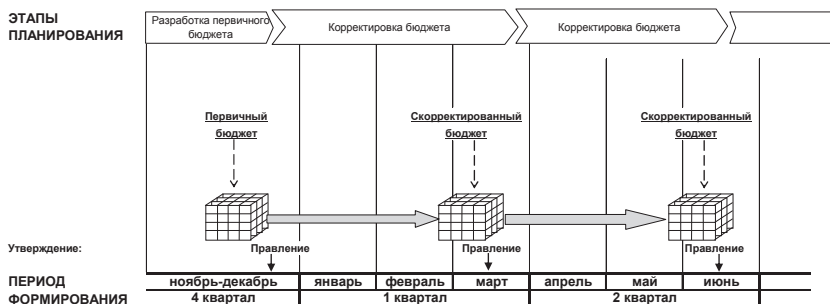


Рисунок 3. Этапы планирования в ПО АСПБ

Основные плановые показатели – бюджет закупок, бюджет доходов и расходов (БДР), бюджет движения денежных средств (БДДС).

Дополнительно могут вводиться остатки на начало года (КЗ, ДЗ, сальдо) и показатели расходов, не уменьшающих налог на прибыль (РНУ). Остатки на конец кварталов и расходы, уменьшающие налог на прибыль (РУ), рассчитываются в функциях планирования.

Отчет об исполнении бюджета предприятия электроэнергетики представляет собой факторный анализ отклонения плановых показателей последнего уточненного бюджета от фактических, с указанием причин отклонений в пояснительной записке к Отчету.

Периодами для формирования отчетов об исполнении бюджета являются 1 квартал, 1 полугодие, 9 месяцев и год.

Результатом автоматизации системы планирования, бюджетирования, аналитической отчетности может являться исполнение ключевого показателя эффективности «Качество бюджетного планирования». Применяется в виде двух показателей:

Соблюдение лимита корректировок бюджета (выполнен в случае, если в отчетном периоде количество корректировок бюджета филиала составило не более 3). За 1 корректировку считается восемь бюджетных аналитик «Статья БДР», т.е. наличие в корректировке (форме К-1) изменений по следующему количеству статей БДР:

- от 1 до 8 – 1 корректировка,
- от 9 до 16 – 2 корректировки,
- от 17 до 24 – 3 корректировки,
- от 25 до 32 – 4 корректировки и т.д.;

Коэффициент исполнения бюджета расходов (выполнен, если фактическое значение показателя составляет $0\% \leq \text{КБР} \leq 3\%$):

$$K_{БР} = \frac{\sum |S_{БР}^{\text{факт}} - S_{БР}^{\text{план}}|}{S_{БР}^{\text{план}}} \times 100\% \quad (1)$$

где $\sum (S_{БР}^{\text{факт}} - S_{БР}^{\text{план}})$ - сумма фактических отклонений по основным разделам бюджета (учитываются без амортизации и вида деятельности ТООР) по модулю, тыс. руб.;

СБР факт - фактическое исполнение бюджета расходов по соответствующему разделу бюджета (учитываются без амортизации и вида деятельности ТООР), тыс. руб.;

СБР план - плановый бюджет расходов по соответствующему разделу (учитываются без амортизации и вида деятельности ТООР), тыс. руб.

СБР план - плановый бюджет расходов соответствующего ЦФО - филиала без учета расходов на амортизацию (учитываются без амортизации и вида деятельности ТООР), тыс. руб.

Коэффициент качества бюджетного планирования является ключевым показателем эффективности работы.

Современные предприятия требуют все большей оперативности. В период быстрых изменений на рынке, более короткого цикла обращения

продукции и услуг, изменчивости потребительского спроса важны полнота и актуальность информационной базы для принятия стратегических решений, а также контроля за их выполнением.

Предложенная информационная технология бюджетирования позволяет:

- Обеспечивать замкнутость цикла управления от постановки целей до контроля исполнения и формирования план-факт отчетности;
- Повышать эффективность управления материальными и финансовыми ресурсами электросетевого предприятия;
- Оптимизировать процесс принятия бизнес-решений;
- Оценивать последствия принятия этих решений;
- Сокращать сроки подготовки бюджета.
- Контролировать расходы;
- Обеспечивать прозрачность процесса планирования и бюджетирования;
- Осуществлять контроль обязательств и платежей;
- Проводить план-фактный анализ с использованием отчетных форм.

УДК: 371.22

Э.В.Минько, А.Э.Минько

ИСТОРИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ПЛАТНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ В РОССИИ

GENESIS AND DEVELOPMENT OF COMMERCE EDUCATION IN RUSSIA

Аннотация. Представлен анализ истории платного образования в России, показано его место в системе образования. Выявлены современные тенденции в развитии платного образования, его роль в организации воспроизводства человеческого капитала.

Ключевые слова: история платного образования в России, источники финансирования образовательных услуг, перспективы развития платного образования.

Abstract. Presented is an analysis of historia of commerce education in Russia. Shown is it's role in the structure of education. Examined are modern tendencies in the proctss of development of commerce education, as well as it's role in organisation of reproduction of human capital.

Keywords: history of commerce education in Russia, sources of financing of educational services, structure and of commercial educacional services, perspectives of delpomtnt of commercial education.

Возникновение, становление и развитие платных образовательных услуг (ОУ) заметно опередили такие тенденции развития высшего образования (ВО) в России как присоединение к Болонскому процессу, переход к многоуровневой системе образования (бакалавр–специалист–магистр–аспирант), интенсивная компьютеризация учебного процесса и применение информационных технологий и др.

Заметной вехой во введении платности ВО, т. е. его в стране явилось создание и развитие в рамках Минвуза РСФСР Межвузовской комплексной программы «Целевая интенсивная подготовка специалистов (ЦИПС)». Инициаторами разработки и реализации этой программы в 1983 г. явились Волгоградский политехнический институт и Ленинградский институт авиационного приборостроения (ЛИАП), последовательно выполнявшие роль головных вузов в этой программе [5].

Разработка концепции ЦИПС, а также перспективных видов и форм методического, программного и информационного обеспечения и сопровождения подготовки инженерных кадров как творцов и движущей силы НТП началось в Минвузе РСФСР по совершенствованию ВО в целом, чтобы концептуально и на практике убедиться в целесообразности и эффективности планируемых инновационных преобразований.

Поэтому в 34 ведущих вузах министерства начался эксперимент по реализации комплексной программы ЦИПС по 28 специальностям машиностроительного профиля (включая энергомашиностроение, приборостроение, радиотехническую и электронную промышленность и др.).

В момент создания в 1983 г. в программу входили 34 вуза России, а на заключительной стадии, в середине 1990-х гг. – 111 вузов, включая такие ведущие как СПбГУ, СПбГТУ, МФТИ, Мосстанкин, ЛИАП, многие политехнические, все авиационные вузы России и многие другие. Координацию деятельности всех вузов в рамках этой программы осуществлял Головной совет по ЦИПС на основании Руководящего методического материала «Программа ЦИПС вузов РФ» [5], которая в 1994 г. была преобразована в Комплексную программу «Целевая индивидуальная подготовка специалистов» [6].

Программы ЦИПС явились *комплексными* не только потому, что в их выполнении принимали участие десятки вузов, 14 отраслевых министерств машиностроительного профиля и Академия наук СССР, но и потому, что в ней реализовывались пути совершенствования всех направлений учебно-научно-воспитательного процесса: от мировоззренческой подготовки студентов до углубленного изучения специальных дисциплин, от профориентации абитуриентов до работы с выпускниками, от выполнения студентами учебно-исследовательских заданий до работы в учебно-научно-производственных комплексах (УНПК). Комплексный характер программы ЦИПС явился гарантией обеспечения высокого *качества* подготовки специалистов [6;9].

В основу этой программы была положена тесная *интеграция образования, науки и производства*, основанная на договорных обязательствах и отношениях. При этом вузы должны были гарантировать высокую подготовленность специалистов, а предприятия и организации – отвечать за обоснованность кадрового заказа, рациональное использование выпускников, участвовать в укреплении учебно-лабораторной базы.

Целевой эта программа названа потому, что подготовка специалистов велась целенаправленно в интересах и тесном сотрудничестве с базовыми предприятиями. *Интенсивной* – поскольку в рамках традиционной учебной нагрузки предполагалось сформировать у студентов качественно иной, *творческий*

подход к организации труда, в направлении целенаправленного и интенсивного развития человеческого потенциала [10].

Разработка и реализация концепции ЦИПС, а также возможных видов и форм методического, программного и информационного обеспечения, направленных на подготовку специалистов, удовлетворяющих требованиям современного этапа научно-технической и качественной революций началась в 1983 г. и совершенствовалась на протяжении всех лет существования этой программы, включая непрерывную экономическую, организационную и управленческую подготовку [11].

Программа ЦИПС была построена на трех основополагающих методологических принципах:

- тесной кооперации с академической и отраслевой наукой и промышленностью;
- гибкости системы образования;
- эффективного использования информационных технологий и компьютеризации учебного процесса.

Первый и главный принцип ЦИПС – *кооперация вузов с наукой и производством* – нашел отражение в заблаговременной целевой ориентации будущих специалистов на решение перспективных задач конкретных отраслей науки и производства. Первые 5–6 семестров обучения посвящались углубленной *фундаментальной* подготовке, в которой наряду с мировоззренческими дисциплинами (философия, экономическая теория, психология, этика, естествознание) повышенное внимание уделялось методам и инструментарию нахождения эффективных (при определенных условиях оптимальных) решений в условиях порожденной НТР многовариантности. В последующих же семестрах обучение проводилось в тесном взаимодействии с предприятиями, для которых готовились специалисты (НИИ, КБ, промышленные предприятия в рамках существующих и создаваемых УНПК).

Средствами обеспечения этого принципа явились:

- проведение *сквозных* учебно-научно-производственных практик на базовых предприятиях;
- *целое* курсовое и дипломное проектирование, ориентированное на решение конкретных исследовательских и прикладных задач, актуальных для базовых предприятий;
- *модульное распределение* групп выпускников на базовые предприятия, для которых они подготовлены, что позволяет значительно сократить период их адаптации;
- переход от курсовой системы обучения к *цикловой (бессессионной)*, позволяющей обеспечить систематический характер изучения материала и отчетность по нему, что способствует лучшему его усвоению, повышает самоорганизацию и самостоятельность студентов и создает резервы времени в связи с отсутствием зачетной и экзаменационной сессии;
- *современное и опережающее* материально-техническое и информационное обеспечение вузов, способствующее повышению качества подготовки

и ориентации студентов и выпускников на решение перспективных задач развития отраслей и предприятий.

Второй принцип ЦИПС – *гибкость системы подготовки специалистов* – направлен на обеспечение профессиональной мобильности специалистов путем перехода от экстенсивно-информационных принципов их подготовки к интенсивно-функциональным. Использование *интенсивных методов обучения* на базе автоматизированных обучающих систем (АОС), а также предоставлением вузам права по согласованию с заказывающими отраслями и предприятиями оперативно изменять учебные планы и программы (в пределах 20% учебного времени) позволяет развивать у студентов творческие способности и склонности, формировать у них высокую культуру мышления, умение самостоятельно ориентироваться в инновационной среде.

Третий принцип ЦИПС – *информатизация и компьютеризация учебно-научного процесса* – осуществлялся на основе непрерывного использования современных информационных технологий и вычислительной техники, создания объединенных фондов алгоритмов и программ, введения в учебные планы дисциплин, базирующихся на применении систем автоматизированного проектирования (САПР) и научных исследований (АСНИ), математического моделирования, управления проектами.

В рамках программы ЦИПС (под руководством руководителя рабочей группы по подготовке и проведения эксперимента по внедрению элементов хозрасчета в систему образования, члена Головного совета (ГС) по ЦИПС и председателя секции организационно-экономической подготовки студентов ГС заведующего кафедрой экономики и организации производства ЛИАП профессора Э.В. Минько) были разработаны и успешно реализованы во многих вузах-участниках этой программы «Система непрерывной организационно-экономической и управленческой подготовки студентов инженерных специальностей» и «Система формирования и развития организаторских навыков студентов», одобренные Минвузом России. Эти системы весьма актуальны и перспективны для применения во многих вузах и в настоящее время.

Реализация рассмотренных выше принципов системы ЦИПС позволила формировать у выпускников ЦИПС такие качества как:

- свободное владение принципами системного анализа;
- управления проектами;
- проблемного программирования;
- применения информационных технологий;
- методов прогнозирования;
- методов оптимизации принимаемых решений.

Это потребовало введения в учебные планы специальностей ЦИПС новых дисциплин творческой направленности, таких как «Методы прогнозирования и исследования операций», «Математическое моделирование технических и социально-экономических процессов», «Методы научного творчества», «Методы организации НИР и ОКТР» и др.

Увеличение продолжительности обучения в рамках этой Программы, введение в учебные планы дополнительных 10–12 дисциплин с соответствующими

шим их научно-методическим обеспечением и сопровождением, развивающих творческое мышление студентов, подготовка которых ориентирована на научную работу, необходимость улучшения учебно-методической и лабораторной базы вузов-участников Программы ЦИПС, квалификационного состава преподавателей для работы в группах ЦИПС потребовали дополнительных затрат за пределами ограниченных бюджетных ассигнований.

Эта ситуация инициировала идею проведения эксперимента по введению в систему образования элементов хозрасчета. Приказом Министерства № 713 от 14 ноября 1986 г. «О создании рабочей группы по организации эксперимента по хозрасчету в высшей школе» была создана рабочая группа по разработке комплекта документов для проведения такого эксперимента из представителей ряда российских вузов. Рабочая группа разработала такой комплект из 16 проектов документов и представила его в Министерство ВССО и Госплан РСФСР в начале 1987 г.

После всестороннего обсуждения в заинтересованных государственных структурах и одобрения Государственной комиссией Совета Министров СССР по экономической реформе 19 декабря 1989 г. этот эксперимент был разрешен Приказом Министерства высшего образования СССР № 45 от 17 января 1990 г. «О хозяйственном механизме в народном образовании». Этот эксперимент положил начало «легализации» внебюджетного финансирования ВПО в стране и положил начало введению «платности» образования разных уровней в стране, т. е. созданию РОУ в РФ [4]. Его основные положения были развиты в постановлении Правительства РФ о правилах оказания платных образовательных услуг [3].

Следует отметить, что разработанные нормативные документы, определявшие *платность образовательных услуг*, распространялись только на *дополнительные образовательные услуги*, оказываемые за рамками бюджетного финансирования вузов (в виде платы за изучение студентами *дополнительных дисциплин* творческой и инновационной направленности, выходящих за рамки типового учебного плана, дополнительное методическое обеспечение учебного процесса, ориентированное на его компьютеризацию и информатизацию, применение принципов и методов управления проектами, проведение целевых практик в научных учреждениях и т. п.).

В дальнейшем, по мере реформирования экономики России в направлении широкого перехода к рыночным отношениям в различных отраслях и сферах народного хозяйства, в том числе и в непродуцированной сфере, платность стала распространяться на все виды ОП и ОУ, т. е. появилось внебюджетное контрактное финансирование в вузах, для населения выглядевшее как «платное образование». При этом оказалось, что люди *готовы платить* за получаемое профессиональное образование.

Идеи и принципы платности закладывались в систему ЦИПС применительно к *дополнительным видам ОУ*, связанным с увеличением продолжительности обучения, введением в учебные планы спектра дополнительных дисциплин, улучшению оснащения учебного процесса современным оборудованием. На первых порах эти идеи и принципы во многих вузах выдерживались, но по-

степенно от них отказались по инициативе ряда вузов и при попустительстве Минвуза. И постепенно пришли к состоянию, когда преобладающая часть ОУ оказывается обучающимся на платной основе, получившей название «контрактной», поскольку взаимоотношения между вузом и студентом строится на основе договора (контракта), предусматривающего принцип и размер платы за обучение.

Такие вузы и факультеты в бюджетных вузах в нормативных документах и в статистике Минобрнауки получили статус и название «коммерческих». На их долю в последние годы приходится не менее 60% всех студентов.

Важным достижением программ ЦИПС явилось начало подготовки студентов по двухуровневой системе: бакалаврским и магистерским программам до вступления России в Болонскую конвенцию в 2003 г. Так, в еще в конце 1990-х гг. в ЛИАП (головном вузе в системе ЦИПС) на базе факультета ЦИПС был создан факультет магистерской подготовки (ФМП) с обучением студентов по нескольким инженерным и экономическим специальностям. При отсутствии утвержденного в Минвузе положения о квалификации и статусе «магистра» выпускникам ФМП присваивалась квалификация специалистов-исследователей (например, системотехник-исследователь, менеджер-исследователь и т. п.).

В настоящее время внебюджетные средства, поступающие в ОУ ВПО от студентов-контрактников, уже составляют существенную статью дохода любого университета. Если в 1995 году платный контингент в российских вузах составлял около 10% от общей численности студентов, то уже в 2000 году численность студентов первого курса на бюджетных местах и первокурсников-контрактников фактически сравнялась. Из 1,4 млн. человек, поступивших в ОУ ВПО в 2005 году, лишь 600 тысяч учились на бюджетных местах, а к концу первого десятилетия 2000-х гг. их число уменьшилось [7].

В связи с принятием нового Федерального закона «Об образовании в РФ»* [2] постановлением Правительства РФ 15.08.2013 № 706 заново утверждены «Правила оказания платных образовательных услуг», в соответствии с которыми платные услуги не могут быть оказаны вместо образовательной деятельности (ОД), финансируемой из бюджета. (*На основе положения ГОСТ Р ИСО 9000-2008, в котором в качестве названия хозяйствующего субъекта используется «организация» ФЗ «Об образовании в РФ», введенный с 1 сентября 2013 г., отменены широко ранее применявшиеся названия субъектов ОД: «высшие учебные заведения» с аббревиатурой «вуз», а также введенное ФЗ «Об образовании» (1992 г.) – «образовательное учреждение». Вместо них указанный ФЗ (2013 г.) в ст. 2 «Основные понятия, используемые в настоящем ФЗ» ввел нормативное понятие с его обязательным применением в виде «Образовательная организация высшего образования» с аббревиатурой ОО ВО.)

Средства, полученные при предоставлении таких услуг, возвращаются оплатившим их лицам [3]. Организации, осуществляющие ОД за счет бюджета, вправе оказывать платные ОУ, не предусмотренные государственным или муниципальным заданием либо соглашением о выделении субсидии на возмещение затрат. Это возможно при предоставлении одних и тех же услуг на одинаковых условиях [2;3].

Отказ заказчика от предлагаемых ему платных услуг не может быть причиной изменения объема и условий уже предоставляемых ему ОУ. Увеличение стоимости платных услуг после заключения договора не допускается.

Примерные формы договоров утверждаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере образования. Акт Правительства РФ об утверждении прежних правил признан утратившим силу. Постановление вступило в силу с 01.08.2013 [3].

Установка на получение ВО стала общепринятой нормой, которую демонстрируют все возрастные, профессиональные, региональные группы и группы с разным уровнем дохода. Как показывают результаты исследования ГУ–ВШЭ, более четверти семей с душевым доходом менее 5000 рублей в месяц «безусловно готовы» к значительным тратам на получение ВО. С увеличением душевого дохода все большая доля опрошенных выражает готовность инвестировать средства в получение выпускниками школ ВО; в группе с наибольшим доходом «готовы или скорее готовы» к этому – уже более 80%.

Массовым спросом пользуются специальности гуманитарно-социального и экономическо-управленческого профиля (выпуск по данным группам специальностей увеличился соответственно в 3,5 и 5 раз с 1990 года), которые в представлении абитуриентов и их родителей являются наиболее конкурентоспособными на рынке труда. Именно этот сектор традиционного рынка образовательных услуг (РОУ) является наиболее коммерчески успешным.

Формирование современного РОУ началось в 1990-х годах. С началом перехода страны на рыночную экономику определились основные его сегменты: государственный и негосударственный. Но сейчас это деление не отражает в полной мере многообразие РОУ.

РОУ крупных научных и культурных центров (Москва, Санкт-Петербург, Томск и др.) значительно отличается от общероссийского. Отчасти это объясняется налаженными контактами с зарубежным образованием. Поэтому неудивительно, что он первым отреагировал на новые потребности. С одной стороны появились новые ОО ВО, предлагающие ОП и ОУ высокого качества и по приемлемой для многих цене, с другой стороны – предложения по низким и даже сверхнизким ценам слабых и сомнительных программ обучения.

Закономерным также являлся выход таких ОО ВО на неосвоенные региональные рынки. Эта экспансия продолжается до сих пор, но к ней присоединились другие города. Поэтому сейчас ряд университетов имеют в региональном центре филиалы, а в районном – филиалы филиала. Таких «пришельцев» условно можно разделить на три категории:

1) негосударственные столичные ОО ВО; применяемая ими схема экспансии предельно проста: арендуется помещение, приглашаются преподаватели местных ОО ВО, привозится учебно-методическое обеспечение из основного университета и запускается учебный процесс;

2) филиалы столичных государственных ОО ВО, использующие местные техникумы или профессиональные училища. Эта категория не столь многочисленна, как предыдущая, и технология выхода на РОУ также отличается: заклю-

чается договор с городским или областным ОО ВО, принимаются на следующий уровень образования выпускники базового ОО ВО;

3) небольшое количество ОО ВО, как правило, использующих приглашение от региональной администрации, мощную рекламную кампанию, тщательную проработку правовых аспектов появления в регионе.

Все три группы объединяет главный признак: профессионально-образовательные программы, которые принесли с собой в регионы филиалы-дилеры, ограничены и однообразны по содержанию и включают, как правило, экономические и юридические специальности, обеспечение которых не требуют сложного современного оборудования, необходимого для проведения обучающих лабораторных практикумов, современной производственной базы и т. п.

Объем российского РОУ характеризуется следующими статистическими данными. Расходы по статье «Образование» в 2010 г. имели около 60% семей российского среднего класса – от 4 до 6 миллионов семей. Средний уровень расходов на образование в семьях, где имела такая статья, составил 28000–32000 руб. за год на одну семью. В 2013 г. стоимость обучения в ОО ВО колеблется от 18 тысяч до 300 тысяч рублей в семестр [7].

Как утверждает Президент Российского союза ректоров, ректор МГУ, академик *Садовничий В.А.*, «цена за образование устанавливается Минфином РФ. ОО ВО не могут учить студента на платной основе дешевле бюджетника, который обходится, к примеру, в МГУ, в сумму около 270 тыс. руб. в год» (статья в *АиФ*, № 19, 2011 г., с. 3).

По данным ВЦИОМ, москвичи тратят в среднем на 40% больше денег на получение ВО, чем жители других крупных городов. Это объясняется и уровнем дохода в Москве, и более высоким спросом на такие услуги в этой сфере, как со стороны москвичей, так и жителей других городов РФ и развивающихся стран. Стоимость ОУ напрямую зависит от престижа ОО ВО, конкурентной среды на РОУ, от специальностей подготовки и их востребованности на рынке труда, географического и других факторов.

Структура платного и бесплатного образования в РФ. Исследовательская компания *MAR Consult* изучила, каким, по мнению жителей крупнейших российских городов, должно быть образование в России. Опрос проводился в Москве, Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Ростове-на-Дону и Хабаровске среди 1100 респондентов старше 25 лет.

Как показали результаты опроса, в целом россияне не считают, что образование должно быть полностью платным, однако, и сторонники полностью бесплатного образования оказались в меньшинстве – 30%. Основная часть россиян считает, что образование должно быть частично платным, частично бесплатным.

Среди людей старшего возраста (старше 35 лет), доля сторонников полностью бесплатного образования выше, по сравнению с общей выборкой – 43%. Примечательно, что позиция относительно образования не зависит от уровня доходов респондентов.

При этом наблюдается достаточно четкая зависимость между позицией респондента и, собственно, уровнем его образования. Чем ниже уровень образования человека, тем скорее он будет склонен к позиции, что образование должно быть полностью бесплатным. В группе опрошенных, не имеющих ВО, доля сторонников бесплатного образования – 51%, среди имеющих ВО – 27%. А среди имеющих два ВО / ученую степень – только 7%.

Среди опрошенных респондентов обучение детей оплачивает каждый пятый (22%). Среди людей, оплачивающих образование детей, более распространено мнение, что образование должно быть частично платным, частично бесплатным (32% против 23%). При этом две трети респондентов платят за образование детей до 4 000 рублей в месяц, около 20% тратят ежемесячно более 10 000 рублей. В среднем же образование детей обходится россиянам в 8 700 рублей ежемесячно.

При этом 32% респондентов готовы платить и более 10 000 рублей. В свою очередь, 22% опрошенных не готовы оплачивать образование детей в принципе. В среднем потенциал затрат на образование детей составляет 17 809 рублей в месяц, что в два раза выше реальных затрат.

В комментарии этого исследования руководителя Исследовательского департамента компании MAR Consult отмечается: «Позиция россиян вполне ясна. Мы постепенно приняли установку о необходимости оплачивать получаемые знания, тем более, когда речь идет о втором ВО, повышении квалификации, получении ученой степени – о тех ситуациях, когда осознанно вкладываются средства в собственное развитие, позволяющее в будущем эти же средства приумножить.

Однако среднее и среднее специальное образование все же должно быть доступно на бесплатной основе. Об этом свидетельствует высокий процент сторонников полностью бесплатного образования среди тех, у кого это образование закончилось на уровне школы / ПТУ (вероятнее всего, отвечая на вопрос о том, каким должно быть образование, эта группа людей мыслила именно категорией того образования, которое получили они). Чем младше поколение, тем более распространено в нем мнение о том, что образование не должно быть полностью бесплатным. Несмотря на то, что большинство россиян на данный момент не оплачивает образование своих детей, готовность к тратам в данном направлении достаточно высока.

Это объясняется с одной стороны – пониманием ситуации с поступлением в ОО ВО (сокращения числа бюджетных мест, существенное увеличение доли полностью платных (коммерческих) ОО ВО, сложностями с поступлением на бюджетное обучение и т. д., с другой стороны, если речь идет о среднем образовании – готовностью платить за качественное образование и комфорт для своих детей. Таким образом, большинство россиян готовы инвестировать в собственный профессиональный рост, так же как и в гарантию получения качественных знаний и комфортные условия обучения ребенка».

Платные дополнительные ОУ предоставляются с целью всестороннего удовлетворения образовательных потребностей граждан. Эти услуги не могут быть оказаны вместо ОД, финансируемой за счет средств бюджета. Такие ОУ

могут быть оказаны только по желанию обучающихся. К ним относятся дополнительные ОУ, выходящие за рамки основной ОД, предусмотренной ГОС, и оговоренные в уставе ОО.

Не могут считаться платными дополнительные ОУ, предоставляемые государственными и муниципальными ОО, привлечение для финансирования которых средств родителей (обучающихся) не допускается путем [1]:

- снижения установленной наполняемости учебных групп, деление их на подгруппы при реализации основных ОПР ГОС;
- проведения факультативных индивидуальных и групповых занятий;
- изучения курсов по выбору за счет часов, отведенных в основных ОПР;
- сдачи экзаменов в порядке экстерната;
- получения образования на данном уровне впервые и при поступлении в ОО на конкурсной основе;
- психологическом сопровождении образовательного процесса.

Сбор денежных средств с обучающихся и их родителей (лиц, их заменяющих) в ОО на обеспечение хозяйственных нужд, проведение ремонтных работ, доплату обслуживающему персоналу и преподавателям в рамках основной ОД к дополнительным платным ОУ отнесены быть не могут, поскольку на эти цели выделяются бюджетные ассигнования.

Появление и интенсивное развитие системы *платных ОУ* и РОУ выявили как положительные, так и отрицательные стороны этого явления в системе ВО и в обществе в целом.

К *положительным сторонам* можно отнести:

- повышение доступности ВО для части выпускников средних ОО, имеющих ограниченные возможности для поступления в ОО ВО на конкурсной основе;
- расширение возможностей улучшения материального положения ОО всех уровней для пополнения информационного и технического обеспечения ОП;
- ограничение финансовой зависимости ОО от необоснованного вмешательства государственных органов управления образованием в текущую деятельность ОО.

– *Отрицательными сторонами* развития системы платных ОУ можно считать:

- снижение роли образования и ОО как системообразующего института нации и государства, формирующего гражданина и полезного обществу работника (специалиста);
- снижение качества подготовки из-за психологической незрелости обучающихся, у которых создаются иллюзии не получения образования, необходимого для формирования и утверждения жизненных ценностей, ожидаемых доходов, а в большей степени – документа об образовании (аттестата, диплома);

– снижение мотивации у обучающихся и семей «в получении образования различных уровня и направленности в течение всей жизни» (непрерывное образование) – п. 4 ст. 5 ГК РФ.

Во многих ОО ВО накоплен значительный (в течение более 20 лет) опыт применения платных ОУ, выявивший указанные выше положительные и отрицательные стороны этой тенденции развития ВО и позволяющий усиливать положительные и уменьшать значение отрицательных сторон применения платных ОУ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гражданский кодекс Российской Федерации. Четыре части: текст с измен. и доп. на 20 января 2013 г. – М.: Эксмо, 2013.
2. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ от 07.05.2013. – М.: Проспект, 2013.
3. Правила оказания платных образовательных услуг. Утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 15 августа 2013 г. № 706.
4. Приказ Министерства от 17 января 1990 г. № 45 «О Хозяйственном механизме в народном образовании». – М.: МВССО СССР, 1990.
5. Целевая интенсивная подготовка специалистов: Межвузовская комплексная программа / Под ред. *А.М. Липанова* и *А.П. Лукошкина*. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1987.
6. Межвузовская комплексная программа «Целевая индивидуальная подготовка специалистов». 1994-1995 гг. – М.: ГК РФ по высшему образованию, 1993.
7. Россия в цифрах – 2013: Краткий статистический сборник. – М.: Росстат, 2013.
8. *Лукошкин А.П., Минько Э.В.* Хозрасчетный механизм в высшей школе // *Alma Mater (Вестник высшей школы)*. – 1989, № 2.
9. Менеджмент качества образовательных процессов: учеб. пособие (с грифом УМО) Под ред. проф. *Э.В. Минько* и проф. *М.А. Николаевой*. – М.: Норма; ИНФРА-М, 2013.
10. *Минько Э.В., Минько А.Э.* Генезис и развитие платного высшего образования в России. – *Alma Mater (Вестник высшей школы)*. – 2015, № 1.
11. *Минько Э.В.* Организационно-экономическая подготовка инженероисследователей в системе ЦИПС: учеб. пособие (с грифом МВССО СССР). – М.: Изд-во МПИ, 1989.
12. *Lukoshkin A.P., Minko E.V.* The Cost-Accounting Mechanism in Higher Education Journal of Translation. – March, 1990.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА
МАЛЫХ ГОРОДОВDEVELOPMENT FEATURES OF THERMAL ENERGY INDUSTRY IN SMALL
TOWNS

Аннотация. В течение многих лет предприятия теплоэнергетического комплекса в РФ функционируют в планово-убыточном режиме с крайне низкой эффективностью. При финансировании затрат предприятий отрасли, из бюджетов тратятся значительные средства, поскольку платежи потребителей энергии покрывают лишь часть издержек ее производителей. Низкий уровень ресурсосбережения, неэффективное управление, нерациональная система дотирования из бюджета и прочие негативные факторы не стимулируют отраслевые предприятия к снижению расходов и обеспечивают низкое качество предоставляемых услуг. Очень важен комплексный подход к разработке территориальных стратегий развития отрасли, в которых, в частности, будет найден взаимоприемлемый баланс интересов основных участников и будут максимально учтены все отраслевые тенденции, внутренние и внешние факторы развития отрасли, прогнозы и ожидания. Инвестиционные стратегии представляются как основополагающие и наиболее важные, поскольку вопросы реконструкции (модернизации) энергетической инфраструктуры являются крайне актуальными и первоочередными. Инвестиционные стратегии развития должны предлагать определенные методы и инструменты разрешения проблем с указанием объемов и источников требуемых ресурсов, в первую очередь финансовых, а также разработкой конкретных организационно-правовых механизмов.

Ключевые слова: малые города, теплоэнергетические города, тариф на производство и передачу тепловой энергии, возмещение межтарифной разницы, инвестиционный проект.

Abstract. During many years, the power infrastructure of Russia has functioned in a losing campaign mode with an extremely low efficiency. There is a significant amount of state money spent on financing costs of enterprises because consumer payments cover only a minor portion of this costs. All negative factors such as low level of resource savings, poor governance and inefficient system of state subsidies management do not stimulate power industry to reduce its costs and improve service quality. Considering these issues, it is very important to have an integrated approach to elaborate territorial development strategy, which will consider interests of all market players and will fully take into account all industry trends, internal and external factors of industry growth, and forecasts. Investment strategy is presented as the most fundamental and important one of another strategies due to the relevance of the energy infrastructure modernization. Investment strategies should propose specific methods and tools to solve problems indicating the amount and source of financial resources as well as the specific design of legal mechanisms.

Keywords: small towns, thermal energy of the city, the rate of production and transfer of thermal energy, the refund of tariff difference, investment project.

В начале и середине 2000-х годов частичное решение проблем энергетики осуществлялось за счет постоянного увеличения тарифов для основных групп потребителей, что зачастую приводило к тяжелым социальным последствиям и финансовым проблемам для промышленных предприятий (в первую очередь, энергоемких).

При этом, именно бесперебойное обеспечение потребителей тепловой энергией в городах является основой энергетической безопасности, социально-экономической стабильности и устойчивого развития регионов.

Поэтому руководство региональных энергосистем и муниципальных отраслевых предприятий, а также федеральные (региональные, местные) власти приняли решение о необходимости разработки концепций комплексного решения основных структурных проблем отрасли и ее выхода из кризиса.

Тем не менее, это оказалось крайне затруднительно, поскольку в отрасли сложилась катастрофическая ситуация, выраженная в остром дефиците инвестиционных ресурсов, резком росте эксплуатационных затрат отраслевых предприятий и актуализации других отраслевых проблем при снижении объемов дотационного финансирования из бюджета.

Назревала реальная угроза безопасности страны, что побудило власти в срочном порядке инициировать разработку концепции вывода отрасли из кризиса, определяя главными целями постепенный ее перевод на самофинансирование и самокупаемость с параллельным привлечением средств из внебюджетных источников для технического и технологического перевооружения отрасли, а также организационной реструктуризации в соответствии с разработанными концепциями и стратегиями на федеральном уровне и в региональных энергосистемах.

Тем не менее, реформы в отрасли идут крайне медленно и до настоящего времени не приносят ощутимых результатов. При этом, реализуемые мероприятия, например, перекладывание возрастающих эксплуатационных затрат предприятий энергетики на потребителей за счет различных мер, в частности, частичной ликвидации льгот и увеличения тарифов, зачастую не приносят эффекта.

В условиях отсутствия результативности реализуемых мероприятий, было предложено предпринять поиск альтернативных путей решения проблем отрасли, в частности, найти дополнительные источники финансирования, что на практике оказалось невозможным без создания эффективно-действующих, приемлемых для всех отраслевых участников организационно-правовой и финансовой сред.

В свете описанных выше происходящих в отрасли преобразований и планируемого масштабного реформирования, в первую очередь коммунальной энергетики на уровне регионов (территорий), необходима разработка грамотно продуманных и четко сформулированных территориальных стратегий развития отрасли, в которых, в частности, будет найден взаимоприемлемый баланс инте-

ресов основных участников и будут максимально учтены все отраслевые тенденции, внутренние и внешние факторы развития отрасли, прогнозы и ожидания.

В частности, инвестиционные стратегии представляются как основополагающие и наиболее важные, поскольку вопросы реконструкции (модернизации) энергетической инфраструктуры являются крайне актуальными и первоочередными.

Инвестиционные стратегии развития должны предлагать определенные методы и инструменты разрешения проблем с указанием объемов и источников требуемых ресурсов, в первую очередь финансовых, а также разработкой конкретных организационно-правовых механизмов.

Цель данного исследования – метод формирования критериев, определяющих инвестиционную привлекательность систем теплоэнергетического комплекса малых городов.

Предметом исследования выступают факторы, определяющие особенности развития теплоэнергетического комплекса малых городов, а объект исследования – теплоэнергетические системы малых городов.

Для достижения поставленной цели предполагается постановка и решение следующих задач:

- выявление основных факторов, определяющих особенности развития объекта исследования с целью реализации инвестиционных проектов;
- комплексный анализ влияния наиболее значимых факторов инвестиционной привлекательности на подходы к финансированию инвестиционных проектов в теплоэнергетике на региональном (муниципальном уровнях);
- разработка механизмов формирования и реализации инвестиционной стратегии развития теплоэнергетических систем малых городов с применением метода сопоставления с выявленными факторами на примере нескольких городов районного значения.

Теплоэнергетический комплекс (ТЭК) является подсистемой энергетического комплекса (ЭК), представляющего собой сложную систему преобразования природных энергетических ресурсов в мобильные виды энергии и энергоносителей, а также их передачи, распределения, и потребления во всех отраслях народного хозяйства.

Энергетический комплекс включает в себя подсистемы электроснабжения и теплоснабжения. С другой стороны, ЭК может рассматриваться на федеральном, региональном и муниципальном уровнях. В рамках исследования рассматривается подсистема теплоснабжения на региональном и муниципальном уровне.

Для выявления критериев, определяющих инвестиционную привлекательность теплоэнергетических систем малых городов, необходимо определить основные факторы развития инвестиционных стратегий, ранжировав их по степени влияния.

Среди основных факторов можно выделить:

- 1) Наличие региональных топливно-энергетических ресурсов;

2) Существование региональных регламентов по компенсации межтарифной разницы при установлении экономически обоснованного тарифа на производство и передачу тепловой энергии;

3) Финансовая обеспеченность районного или областного бюджета для со финансирования реконструкции тепло сетевого комплекса;

4) Нормативно-правовые ограничения схемы возврата инвестиций в рамках тарифа на производство и передачу тепловой энергии;

5) Наличие утвержденных перспективных схем теплоснабжения малых городов;

6) Платежеспособность населения с точки зрения уровня дебиторской задолженности;

7) Наличие правоустанавливающих документов на объекты теплоэнергетического комплекса.

Стратегию модернизации теплоэнергетического комплекса малых городов в первую очередь определяет топливный баланс, характерный для того или иного региона. Предпочтение отдается территориям, обеспеченным природным газом. Это связано в первую очередь с меньшими удельными капиталовложениями в строительство новых теплоисточников, а так же с низкими эксплуатационными расходами при осуществлении теплоснабжающих функций. Тем самым достигаются приемлемые сроки возврата инвестиций – около 5-7 лет. Среди таких регионов можно выделить Владимирскую область, Ленинградскую область, Калининградскую область.

Однако газификация малых городов осуществляется медленными темпами, и многие области утверждают программу развития теплоэнергетического комплекса с применением биотопливных ресурсов (дрова, торф, щепа). Удельные капиталовложения в строительство тепловых источников на биотопливе в 1,5 раза превышают капиталовложения в газовые теплоисточники, однако по уровню эксплуатационных затрат соизмерны, а в некоторых случаях являются более экономичными, что в конечном счете влияет на экономически обоснованный тариф на производство и передачу тепловой энергии. Активно развивают переход на биотопливе при производстве тепловой энергии Тверская область, Псковская область, Архангельская область. Развитие системы теплоснабжения с использованием биотопливных ресурсов так же ведет к пополнению районного и регионального бюджета посредством налоговых поступлений от вновь создаваемых предприятий, обеспечивающих необходимый объем древесных отходов.

При реализации инвестиционного проекта необходимо заранее определить источники возврата инвестиций. Для теплоснабжающих организаций возврат инвестиций и обеспечение текущей деятельности осуществляется посредством продажи тепловой энергии и горячей воды по установленным региональным тарифным органом тарифам на производство и передачу тепловой энергии. Зачастую для населения устанавливаются льготные тарифы на тепловую энергию. Иными словами, экономически обоснованный тариф, который теплоснабжающая организация заявляет в региональный тарифный комитет, превышает текущие льготные тарифы для населения и приравненных к ним групп, в связи,

с чем образуется межтарифная разница, которая должна возмещаться тепло-снабжающей организацией. Для субсидирования выпадающих доходов тепло-снабжающей организации на региональном уровне должны быть разработаны и утверждены регламенты компенсации межтарифной разницы. Однако во многих регионах отсутствуют такие подзаконные акты и постановления, что влечет за собой не только невозможность реализации среднесрочных и долгосрочных инвестиционных проектов по обновлению теплоисточников и тепловых сетей, но и приводят к банкротству существующих теплоснабжающих организаций. Так же в рамках инвестиционного проекта при утверждении долгосрочных параметров тарифного регулирования в региональном тарифном органе, возникает инвестиционная составляющая в тарифе, которая либо оплачивается полностью населением, либо компенсируется районным или региональным бюджетом.

Так же важную роль при заключении концессионного соглашения с администрацией города или района играет возможность местного бюджета софинансировать мероприятия по реконструкции тепловых сетей. Это связано с тем, что зачастую стоимость реконструкции тепловых сетей сопоставима, а в некоторых случаях превышает стоимость строительства новых источников тепловой энергии. Принятие инвестором на себя этих затрат влечет к двойному увеличению существующих тарифов на тепловую энергию в связи с ростом инвестиционной составляющей. Во многих случаях региональный или районный бюджет не готов взять на себя возмещение образуемой инвестиционной составляющей, не говоря уже и о населении. С технико-экономической точки зрения строительство новых теплоисточников без модернизации тепловых сетей не приводит к экономии топлива, электрической энергии и воды. Реализация инвестиционных проектов с привлечением регионального финансирования на реконструкцию тепловых сетей однозначно должно позволить быстро и качественно обновить теплоснабжающий комплекс малых городов.

Во многих регионах отсутствуют утвержденные перспективные схема теплоснабжения и правоустанавливающие документы на объекты теплоснабжения, что в свою очередь приводит к увеличению срока реализации инвестиционного проекта. Причиной этому является действующее законодательство, согласно которому передача объектов теплоснабжения, срок эксплуатации которых превышает 5 лет, может осуществляться только в рамках концессионного соглашения. Одним из условий подготовки передачи объектов теплоснабжения в концессию является наличие утвержденных перспективных схем теплоснабжения, а так же правоустанавливающих документов на данные объекты. Во многих регионах отсутствие этих условий приводят к увеличению срока реализации инвестиционного проекта с 1 года до 2 лет.

В рамках решения третьей задачи проведен анализ по вышеуказанным факторам малых городов Владимирской области (г. Вязники), Псковской области (п. Плюсса), Калининградской области (г. Черняховск). По результатам факторного анализа наиболее предпочтительным из рассматриваемых городов является г. Вязники. В первую очередь это связано с обеспеченностью природным газом, что позволяет минимизировать объемы капиталовложений в строи-

тельство новых теплоисточников и эксплуатационные расходы с началом промышленной эксплуатации. При таких условиях срок окупаемости инвестиционного проекта может составить 4-5 лет. Еще одним преимуществом при реализации инвестпроекта в г. Вязники является наличие регламентов по возмещению межтарифной разницы, так как утвержденный тариф для населения на 2015 год составляет 1900 руб./Гкал, что явно недостаточно для возмещения инвестиционной составляющей. Стоит так же отметить, что обеспеченность природным газом прямо влияет на возможность реализации проекта с точки зрения минимизации инвестиционной составляющей в тарифе. Так же в рамках программы по повышению энергетической эффективности администрация Владимирской области готово выделить 160 млн. руб. на реконструкцию тепловых сетей, поэтапно, в течение 4 лет.

Похожим примером с г. Вязники является г. Черняховск в Калининградской области. Однако имеются большие препятствия по возмещению межтарифной разницы в связи с отсутствием нужных регламентов и постановлений на областном уровне. Разработка же и утверждением данных документов является длительным процессом, который может затянуться на несколько лет. Так же существуют нормативно-правовые ограничения схемы возврата инвестиций в рамках тарифа на производство и передачу тепловой энергии. Величина инвестиционной составляющей включает в себя обслуживание заемных средств, привлекаемых инвестором. И в рамках тарифообразования инвестор ограничен по включению процентной ставки заемных средств в тариф на тепловую энергию согласно приказу от 13 июня 2013 г. N 760-э об утверждении методических указаний по расчету регулируемых цен (тарифов) в сфере теплоснабжения уровнем ставки рефинансирования плюс 4 пункта.

В Плюсском районе Псковской области в перспективе не ожидается газификация. Но имеются большие запасы по биотопливу и развитая деревообрабатывающая промышленность. Строительство теплоисточников на биотопливе хоть и являются капиталоемкими, однако в разрезе себестоимости производимой тепловой энергии выгоднее, чем газовые теплоисточники в связи с низкой стоимостью древесного топлива. Так же существующие тарифы в Плюсском районе (3000 руб./Гкал) не позволяют не только осуществить возврат инвестиций, но и обеспечить возмещение эксплуатационных расходов на производство тепловой энергии.

В рамках исследования проведен причинно-следственный анализ основных отраслевых проблем, включающий в себя их формулировку и классификацию, выявление причин возникновения, определение характера, степени и механизмов их негативного влияния на инвестиционное развитие отрасли и последующую выработку механизмов их разрешения.

Множество структурных отраслевых проблем, их комплексность, чрезвычайная актуальность предполагает незамедлительное и эффективное решение задач, а также выполнение мероприятий высокого уровня сложности, что требует длительного времени и значительных финансовых ресурсов. Все это указывает на необходимость применения стратегических подходов, основой которых является разработка инвестиционных стратегий развития энергетических

комплексов городов (территорий) с привлечением внебюджетных средств. Для обеспечения привлекательности систем теплоснабжения малых городов для потенциальных инвесторов, данные системы должны в первую очередь соответствовать критериям, описанным выше.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Зазименко В. Н. Энергосервисные компании и энергосбережение / В. Н. Зазименко, А. С. Дяченко. – СПб. : Изд-во ПЭИПК, 2012. – 100 с.
2. Кузнецов Е. П., Экономика и управление энергосбережением: учеб. пособие / Е. П. Кузнецов, О.В. Новикова, А.С. Дяченко. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 591 с.
3. Богданов А.Б. Котелизация России – беда национального масштаба / А.Б. Богданов // Энергорынок. - 2006. - №3 - с 50-58.
4. Федеральный закон от 21 июля 2005 г. № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях».
5. Федеральный закон РФ от 27 июля 2010 года №190 «О теплоснабжении».

УДК: 339.146.4

О.В. Новикова, А.А. Ломейко

КОНКУРЕНЦИЯ И ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД В ЭНЕРГОСБЫТОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

COMPETITION AND INNOVATION IN ENERGY SALES

Аннотация. В данной статье рассматриваются институциональные и законодательные барьеры, препятствующие развитию конкуренции на рынке субъектов рынка электроэнергетики – энергосбытовых компаний. Выявлена и обоснована необходимость комплексного реформирования законодательства в сфере электроэнергетики с целью создания свободного рынка в интересах, прежде всего, конечного потребителя

Ключевые слова: энергетика, электроэнергия, независимая сбытовая компания, гарантирующий поставщик, НЭСК, генерация, конкуренция, сбытовая надбавка.

Abstract. The article considers institutional and legislative barriers preventing growth of competition in the market of electricity between the electricity distribution companies. The result of research shows the necessity of massive law reformation in the market of the electricity to provide extra value for the consumers.

Keywords: energy, electricity, independent distributor of electricity, generation, competition, distributors' extra charge.

Целями реформирования электроэнергетики Российской Федерации являлись обеспечение устойчивого функционирования и развития экономики и социальной сферы, повышение эффективности производства и потребления

электроэнергии, обеспечение надежного и бесперебойного энергоснабжения потребителей [5].

Для достижения целей реформы были проведены кардинальные изменения структуры предприятий отрасли: произошло разделение видов деятельности на естественные монополии (передача электроэнергии, оперативно-диспетчерское управление) и потенциально конкурентные сферы хозяйствования (производство и сбыт электроэнергии, ремонт и сервис). Вместо прежних вертикально-интегрированных компаний АО-энерго, выполнявших все эти функции, были созданы новые самостоятельные предприятия-участники рынка, специализирующиеся на отдельных видах деятельности - генерирующие компании, сетевые организации, энергосбытовые компании и органы оперативно-диспетчерского управления. Благодаря изменениям состав отпускной цены для конечных потребителей и разделение монопольных и конкурентных секторов изменился рис.1.



Рисунок 1. Состав отпускной цены и разделение монопольных и конкурентных секторов

В настоящее время действует нормативно-правовая база, устанавливающая правовые основы экономических отношений в сфере электроэнергетики, определяющая правила работы на розничном рынке электрической энергии, правила работы на оптовом рынке электрической энергии и мощности, и обеспечивающая недискриминационный доступ к сетевой инфраструктуре на розничных рынках электроэнергии.

Энергосбытовых организации, занимающиеся энергосбытовой деятельностью, подразделяются на категории [6,с.9]:

1. Энергосбытовые организации – гарантирующие поставщики (ГП), сбытовые организации с регулируемым ценообразованием и обязанностью заключения публичных договоров энергоснабжения с потребителями, расположенными в их зоне обслуживания. Ценообразование у этих, объявленных ранее

конкурентными, субъектов рынка, осталось практически полностью регулируемым.

2. Энергосбытовые организации – независимые энергосбытовые компании (НЭСК), которые осуществляющую продажу электрической энергии по свободным нерегулируемым ценам.

С 1 января 2011 года для юридических лиц отпускные цены (тарифы) рис. 2. на электрическую энергию (мощность), поставляемую потребителям электрической энергии энергосбытовыми организациями, не являющимися гарантирующими поставщиками, должны были стать свободными. Т.е. должны складываться под воздействием спроса и предложения и не должны подлежать государственному регулированию, за исключением случаев, для которых «Федеральный закон об электроэнергетике» №35-ФЗ от 26 марта 2003г предусматривается государственное регулирование цен (тарифов) на электрическую энергию (мощность)[2].

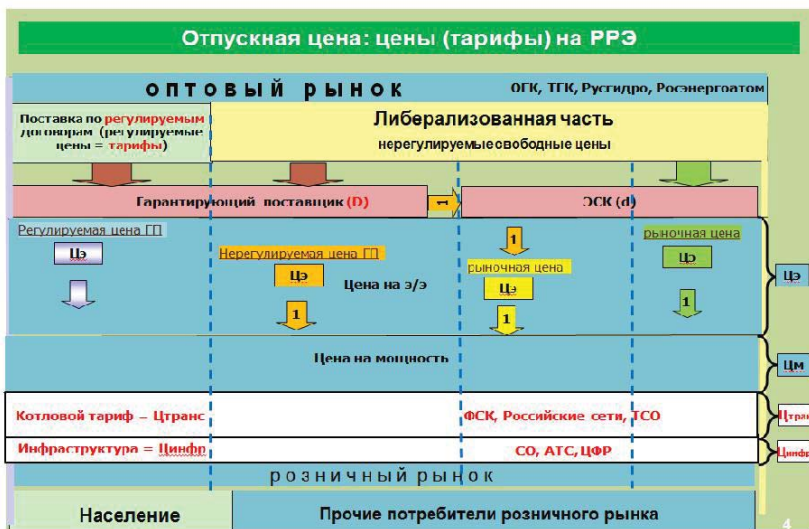


Рисунок 2. Отпускная цена с 01.01.2011года

Из Постановления Правительства от 11 июля 2001 г. № 526 "О реформировании электроэнергетики Российской Федерации": «Розничная цена должна определяться как сумма оптовой цены электроэнергии, затрат по оплате услуг за передачу, распределение электроэнергии и регулируемой бытовой надбавки. Деятельность бытовых компаний на начальных этапах реформирования будет осуществляться в условиях государственного регулирования, минимизирующего возможность недобросовестного поведения в отношении потребителей.

На втором этапе реформы любая коммерческая организация, удовлетворяющая установленным требованиям и условиям, получит право осуществлять бытовую деятельность. При этом потребителям, обслуживаемым любой бы-

товой организацией, должен быть обеспечен равный доступ к распределительным сетям. Независимые сбытовые организации будут поставлять электроэнергию потребителям по договорным ценам. Любой потребитель, удовлетворяющий требованиям по минимальному объему потребления и оснащенный необходимыми системами коммерческого учета электроэнергии, имеет право на покупку электроэнергии у независимой сбытовой организации» [5].

Реформирование электроэнергетики Российской Федерации осуществлялось на основе следующих принципов:

«демонополизация и развитие конкуренции в сфере производства, сбыта и оказания услуг (ремонт, наладка, проектирование и т.д.);

обеспечение всем производителям и потребителям электроэнергии равного доступа к инфраструктуре рынка;» [5].

Таким образом, именно в целях развития конкуренции на рынке электроэнергии была изменена система государственного регулирования отрасли в части установления баланса между регулируемым и свободным ценообразованием. В результате этих нововведений регулированию теперь должны были подлежать только предприятия естественных монополий – сетевые организации и органы оперативно-диспетчерского управления. Цены в конкурентных видах деятельности (генерация и сбыт) должны были формироваться на основе рыночных механизмов – соотношения спроса и предложения услуг в условиях конкуренции. Подразумевалось, что участники рынка – энергосбытовые организации должны конкурировать между собой, снижая свои издержки (а значит, и себестоимость электрической энергии), оказывать дополнительные услуги потребителям. В стремлении удовлетворить потребительский спрос на снижение затрат на оплату потребляемой электроэнергии (мощности), на новое технологическое присоединение и на приобретение дополнительной мощности для развития бизнеса, сбытовые компании должны были активно заниматься инвестициями в долговременное сотрудничество и стремиться проявлять инновационный подход к реализации своих услуг.

Но развитие конкуренции на розничных рынках было сразу же затруднено исторически сформировавшимся доминирующим положением гарантирующих поставщиков, образовавшихся в результате реформы АО – энерго, ранее входивших в состав ОАО «РАО ЕЭС». Гарантирующим поставщикам не нужно было «завоевывать» потребителей, предоставляя им какие-то преференции, весь рынок и так оказался в их руках, что к моменту полной либерализации рынка, на 1 января 2011 года, поставило других участников рынка – НЭСК в крайне невыгодное положение. Это положение усугубилось благодаря законодательно закреплённому обособленному положению гарантирующих поставщиков по отношению к независимым энергосбытовыми компаниям.

Примером такого обособления является тот факт, что при выводе объемов электропотребления потребителей на оптовый рынок электрической энергии (мощности) (ОРЭМ) НЭСК вменяется необходимость регистрации в отношении каждого потребителя новой группы точек поставки (ГТП) [4]. Это длительное, трудоёмкое и затратное мероприятие, от которого Гарантирующий поставщик полностью освобожден. Любой новый потребитель автоматически

становится частью единой группы точек поставки данного ГП в регионе, а независимой энергосбытовой компании предлагается долгий путь по созданию автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета (АИИС КУЭ) по требованиям ОРЭМ и согласованию документов для допуска к торгам в отношении потребителя. С учетом всех необходимых процедур, допуск к торгам НЭСК в отношении точек поставки потребителя на ОРЭМ составляет не менее года. Причем этот год НЭСК является посредником между потребителем и ГП, т.е. приобретает электрическую энергию у ГП, работает с потребителем в «ноль» и оплачивает в полном объеме ГП его сбытовую надбавку, неся при этом затраты на оплату работ по сопровождению работы по договору энергоснабжения.

Еще одним примером особого положения ГП по сравнению с НЭСК является обязанность компенсации гарантирующему поставщику потребителем/покупателем «выпадающих доходов» в случае вывода объемов электропотребления с розничного на оптовый рынок посередине регулируемого периода. Уход от ГП потребителя с НЭСК для работы на ОРЭМ законодательно теперь разрешен один раз в квартал, против одного раза в год ранее, но без уплаты компенсации возможен только с начала регулируемого периода, т.е. один раз в год. Таким образом, существующее регулирование деятельности гарантирующего поставщика ставит в зависимость от этой процедуры третье лицо – потребителя, и является барьером для свободы выбора поставщика энергии.

Следующим барьером, препятствующим развитию конкуренции, является деление потребителей на группы по максимальной мощности рис 3. (менее 150 кВт, 150...670 кВт, 670...10000 кВт, не менее 10000 кВт) и установление в отношении этих групп различной сбытовой надбавки гарантирующих поставщиков в проценте от цен закупки электрической энергии (мощности). Самую высокую сбытовую надбавку получает потребитель с маленькой максимальной мощностью до 150 кВт, а самую низкую – крупные потребители с мощностями свыше 10 МВт. При таком делении независимые энергосбытовые компании имеют ограниченную возможность конкурировать с гарантирующими поставщиками за крупных потребителей. Экономия потребителя с НЭСК на ОРЭМ равна величине сбытовой надбавки ГП умноженной на объем потребления потребителя, и, как правило, эта экономия делится между потребителем и НЭСК в процентах от величины сбытовой надбавки гарантирующего поставщика. Экономия менее 5% от суммы ежемесячного платежа не является стимулом для потребителя по смене поставщика. Даже, если НЭСК готова взять на себя все затраты по выводу потребителя на ОРЭМ, экономию от сотрудничества потребителя с НЭСК можно будет получить только с момента начала работы НЭСК на ОРЭМ, т.е. минимум через год.

Правила расчетов Потребителей за электроэнергию (мощность) РРЭ

постановление Правительства РФ №442 от 04.05.2012г.

СЕЙЧАС

Потребители	Ценовая Категория	Цены генерации (АГЭС)		Порядок учета БР	Тариф на передачу	Ком. учет
< 670 кВт	Первая	Одноставочная		А БР, включенная в цену ОРЭ коммерческим оператором	Одноставочный	Интегральный
< 670 кВт	Вторая	Одноставочная (зонный) 2 и 3 зоны				Зонный
> 670 кВт	Третья	Цена на мощность	Цена за энергию			Двухставочный
> 670 кВт	Четвертая		сдвигая за период по графику ГП			
> 670 кВт	Пятая		720/744 – почасовых значений РСВ		Одноставочный	
> 670 кВт	Шестая				Двухставочный	

БЫЛО

ППРФ № 530 ППРФ №109

Тип тарифа Потребители	Двухставочный тариф		
	Одноставочный тариф	Зонный тариф	
С присоединенной мощностью > 750 кВА	Почасовой учет	Интегральный учет	Почасовой учет
С присоединенной мощностью ≤ 750 кВА	Интегральный учет	Интегральный учет	Интегральный учет

10

Рисунок 3. Деление потребителей на группы по максимальной мощности

Серьезным барьером для развития конкуренции является привязка провозглашенных законом [2] свободных нерегулируемых отпускных цен НЭСК к выбору вида тарифа на услуги по передаче электрической энергии (мощности). Потребитель, выбравший в начале года для расчетов определенную ценовую категорию (вид тарифа на услуги по передаче электроэнергии), и совершивший ошибку, или, в виду каких-либо причин, изменивший в году профиль потребления, не может исправить свой выбор путем перехода на обслуживание к НЭСК, из-за очевидного препятствования со стороны ГП и ТСО. Он не может этого сделать до окончания года, а значит, продолжает платить за энергию (мощность) дороже, чем мог бы, если бы ему предоставили такую возможность законом.

Наконец согласно п. 15(2) «Правила недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг»:

«Оплата услуг по передаче электрической энергии, если иное не установлено соглашением сторон, должна осуществляться в следующие сроки:

а) гарантирующие поставщики оплачивают услуги по передаче электрической энергии, оказываемые в интересах обслуживаемых ими потребителей, до 15-го числа месяца, следующего за расчетным;

б) иные потребители услуг по передаче электрической энергии (за исключением населения) оплачивают 50 процентов стоимости оказываемых им услуг по передаче электрической энергии на условиях предоплаты» [7]. И еще одним

серьезным барьером в развитии конкуренции во благо потребителя является отсутствие конкуренции на оптовом рынке. У каждого покупателя есть пул генераторов-поставщиков с одинаковыми ценами, отобранными с помощью конкурентного отбора мощности, и у покупателя нет возможности, например, заключить долгосрочный договор с выбранным генератором на основе страхования своих рисков с помощью механизмов хеджирования.

Существующие барьеры не позволяют независимым энергосбытовым компаниям заниматься инвестиционной и инновационной деятельностью. В определении Хосе Кампоса инновация выступает как «способность доставить новую ценность потребителю». Действительно, инновация стимулирует рост лишь при условии, что предложенная идея полезна для потребителя: она должна создавать новую ценность. Ценность определяется качеством и уникальностью услуги, а также тем, насколько услуга энергосбытовой компании удовлетворяет нужды потребителя или решает его проблемы. Основную ценность, которую потребители ждут от энергосбытовой компании, это снижение затрат на оплату электроэнергии (мощности), а также услуги, которые будут способствовать повышению надежности, бесперебойности, качества энергоснабжения. В сложившихся условиях у НЭСК есть весьма ограниченная возможность нести ценность по снижению затрат на оплату электроэнергии (мощности) потребителю за счет покупки электроэнергии (мощности) на ОРЭМ, а предложения услуг по повышению надежности, бесперебойности, качеству энергоснабжения ограничены законодательно и экономически.

Для устранения вышеуказанных барьеров необходимо создание действительно конкурентной среды на розничных рынках и оптовом рынке электрической энергии (мощности), создание условий для инвестиций и инновационного развития бизнеса энергосбытовых компаний.

Для розничных рынков электроэнергии необходимо пересмотреть роль гарантирующих поставщиков и НЭСК в нынешней структуре рыночных взаимоотношений.

Гарантирующий поставщик должен играть роль энергосбытовой компании для регулируемых групп потребителей, бюджетников, «ленивых» потребителей, которые не желают прилагать усилия для снижения затрат на оплату электрической энергии, а также для вытесненных обстоятельствами групп потребителей.

В отношении гарантирующих поставщиков (ГП) необходимо:

- снизить долю участия гарантирующих поставщиков на розничных рынках путем увеличения и уравнивания сбытовых надбавок для потребителей с мощностью до и свыше 150 кВт;
- отменить расчет величины сбытовых надбавок гарантирующих поставщиков по коэффициентам, зависящим от величины максимальной мощности потребителя. Ввести «эталонные» сбытовые надбавки, зависящие только от количества обслуживаемых точек поставки данного потребителя.
- создать равные условия для вывода потребителей на оптовый рынок, предусмотреть возможность обустройства единой региональной ГТП для каж-

дой НЭСК. Это позволит значительно сократить время и затраты регистрации точек поставки энергии с ОРЭМ для потребителей НЭСК.

- отменить компенсации гарантирующим поставщикам при переводе объемов потребления потребителя/покупателя с розничного рынка на ОРЭМ посередине регулируемого периода. Ввести механизм возмещения выпадающих доходов сетевых организаций и гарантирующих поставщиков в будущих периодах вследствие ухода объемов потребления на ОРЭМ или выбора иного вида тарифа на услуги по передаче по желанию потребителя.

- процесс смены поставщика на розничном рынке электроэнергии должен занимать не более 10 дней.

В отношении НЭСК необходимо:

- цены независимых энергосбытовых компаний должны стать полностью свободными путем отмены привязки их к выбору тарифа на услуги по передаче электрической энергии (мощности);

- дать возможность сетевым компаниям покупать потери на РРЭ не только у ГП, но и у НЭСК.

- устранить равные условия по сравнению с ГП по срокам расчета;

- дать возможность НЭСК оказывать услуги, которые действительно создают ценность для потребителя рис. 4. Тогда деятельность энергосбытовых компаний будет нацелена на инвестиции и инновационный подход в энергосбытовой деятельности. А именно, необходимо внести изменения в Федеральный закон «Об электроэнергетике» №36-ФЗ от 26 марта 2003г [1], в Постановление Правительства Российской Федерации от 4 мая 2012г. №442 «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и(или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии» [3], «Правила недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг» п. 15(2) [7], благодаря которым НЭСК - субъект ОРЭМ сможет выступать инвестором строительства распределительных сетей и реализовывать проекты по технологическому присоединению потребителей за счет собственных или привлеченных денежных средств, к точке присоединения электрической сети, указанной территориальной сетевой организацией (ТСО) в технических условиях на присоединение (ТУ).

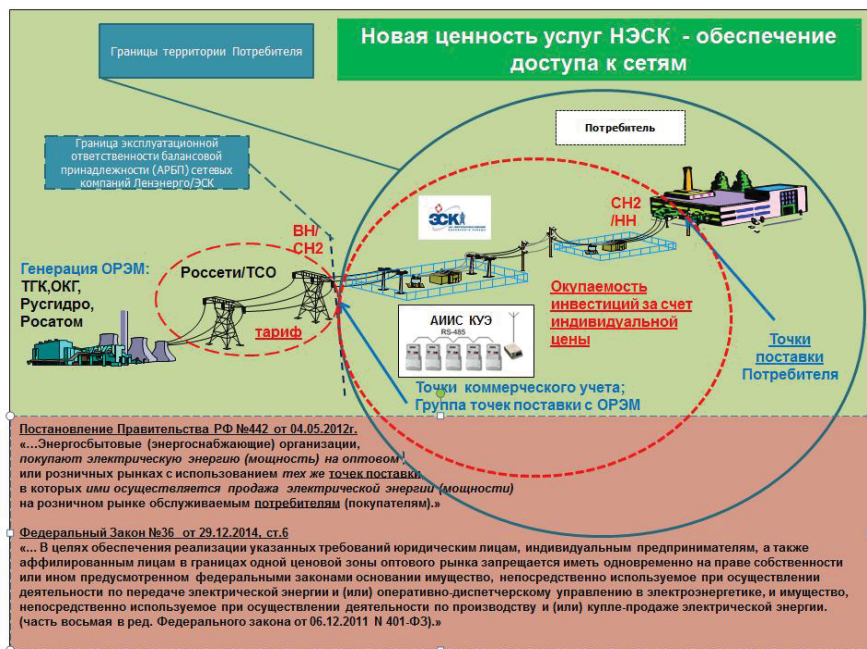


Рисунок 4. Новая ценность услуг НЭСК

Подразумевается, что окупаемость такого инвестиционного проекта может достигаться, в том числе, за счет расчета с потребителем по действительно свободной цене, не привязанной к тарифу по передаче электрической энергии (мощности), и покупке электроэнергии (мощности) на ОРЭМ. Будучи собственником распределительных сетей НЭСК может выступать потребителем услуг по передаче электрической энергии, как лицо, владеющее на праве собственности или на ином законном основании энергопринимающими устройствами и (или) объектами электроэнергетики, технологически присоединенным в установленном порядке к электрической сети ТСО. Расчет за услуги по передаче в этом случае должен будет осуществляться между ТСО и НЭСК, не оказывающей услуги по передаче электрической энергии, по уровню напряжения, на котором подключена НЭСК к объектам электросетевого хозяйства сетевой организации (ТСО).

Необходимо внести изменения в Федеральный закон «Об электроэнергетике» №36-ФЗ от 26 марта 2003г [1]: «...В целях обеспечения реализации указанных требований юридическим лицам, индивидуальным предпринимателям, а также аффилированным лицам в границах одной ценовой зоны оптового рынка запрещается иметь одновременно на праве собственности или ином предусмотренном федеральными законами основании имущество, непосредственно используемое при осуществлении деятельности по передаче электрической энергии и (или) оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике,

и имущество, непосредственно используемое при осуществлении деятельности по производству и (или) купле-продаже электрической энергии (часть восьмая в ред. Федерального закона от 06.12.2011 N 401-ФЗ)».

А также необходимо внести изменения в Постановление Правительства РФ №442 от 04.05.2012г: «Энергосбытовые (энергоснабжающие) организации, покупают электрическую энергию (мощность) на оптовом или розничных рынках с использованием тех же точек поставки, в которых ими осуществляется продажа электрической энергии (мощности) на розничном рынке обслуживаемым потребителям (покупателям). Договоры, заключенные с нарушением установленных настоящим документом требований к их заключению и (или) содержащие условия, не соответствующие настоящему документу, могут быть признаны недействительными полностью или в какой-либо части в соответствии с гражданским законодательством Российской Федерации».

Для развития конкуренции на ОРЭМ необходимо:

- ввести дифференциацию величины вступительных и квартальных взносов в зависимости от объемов покупки электрической энергии (мощности) на ОРЭМ.

- разработать новую модель применения СДД – свободных двухсторонних договоров между НЭСК и генерирующими компаниями.

ЛИТЕРАТУРА:

1. «Федеральный закон об особенностях функционирования электроэнергетики и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых законодательных актов Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «Об электроэнергетике», №36-ФЗ от 26 марта 2003г.

2. «Федеральный закон об электроэнергетике», №35-ФЗ от 26 марта 2003г.

3. «Основные положения функционирования розничных рынков электрической энергии», утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 4 мая 2012г. №442 «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и(или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии»

4. Договор о присоединении к торговой системе оптового рынка. Приложение 1 «Регламент допуска к торговой системе оптового рынка»

5. Постановлением Правительства от 11 июля 2001 г. № 526 "О реформировании электроэнергетики Российской Федерации".

6. Александрова Н.С. Повышение конкурентоспособности энергосбытовых компаний — ГП на розничном рынке электроэнергии // Промышленная энергетика. — 2007. — № 2. — С. 9–12.

7. «Правила недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг» - утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации № 861 от 27 декабря 2004 года.

8. «Правила оптового рынка электрической энергии и мощности» - утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации № 1172 от 27 декабря 2010 года.

УДК: 620.98

Р.В. Окорочков, А.В. Задорожний

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

METHODS OF EFFICIENCY ESTIMATION OF THE INTELLIGENT TECHNOLOGIES APPLICATION IN POWER INDUSTRY

Аннотация. Представлена разработанная авторами модель логических взаимосвязей между новыми функциональными возможностями интеллектуальных энергосистем, их индикаторами и соответствующими видами конечных эффектов по всей технологической энергетической цепочке, на основе которой предложена развернутая классификация видов потенциальных эффектов создания интеллектуальной энергосистемы в российской экономике и методика системной оценки эффектов в элементах энергетической цепочки, обусловленных применением интеллектуальных технологий. Выполнена оценка экономической эффективности использования интеллектуальных технологий в электроэнергетике на примере накопителей энергии большой мощности, показавшая их высокую конкурентоспособность.

Ключевые слова: интеллектуальные технологии, электроэнергетические системы, потенциальные эффекты, системная оценка, энергетическая цепочка, накопители энергии, эффективность.

Abstract. In the report the model of the logical relations between the new functionalities of smart grids, their indicators and the relevant end-effects on entire energy process chain developed by authors is presented on the basis of which the detailed classification of the potential effects of the creation of Smart grid in the Russian economy and the methodology of the system evaluation of the effects of the elements of the technological energy chain are proposed caused by the application of intelligent technologies. Estimation of the economic efficiency of use of intelligent technologies in the Russian power industry is carried out on the example of the large capacity energy storage systems that showed their high competitiveness.

Keywords: intelligent technologies, electric power systems, potential effects, system evaluation, energy chain, energy storage, efficiency.

Применение современных интеллектуальных технологий (ИТ) в электроэнергетических системах (ЭЭС) является логическим следствием формирования нового технологического уклада информационной экономики, интенсивно развивающегося в последние годы во всех развитых странах. Новые функциональные возможности ИТ в наибольшей степени применимы к управлению современными ЭЭС, осуществляющими в режиме реального времени процессы

производства, передачи и распределения огромных потоков электрической энергии между миллионами потребителей, расположенных на территориях, насчитывающих сотни тысяч квадратных километров.

Изменение функциональных возможностей ЭЭС вследствие применения новых технологических достижений в силовом энергетическом и электротехническом оборудовании и интеллектуализации современных коммуникационных систем и технологий управления приведет, в конечном счете, к появлению соответствующих эффектов, обусловленных изменением параметров текущего и перспективного состояния не только самих ЭЭС, но и связанных с ними других хозяйствующих субъектов [1].

В табл. 1 приведена разработанная авторами модель логических взаимосвязей между новыми функциональными возможностями интеллектуальных ЭЭС (ИЭЭС), их индикаторами и соответствующими видами конечных потенциальных эффектов по всей энергетической цепочке (ЭЦ).

В соответствии с представленной моделью логических взаимосвязей между новыми функциональными возможностями ИЭЭС и их индикаторами авторами предложена развернутая классификация видов потенциальных эффектов применения ИТ не только в пределах ЭЦ, а в гораздо большем объеме сопряженных с ней отраслей и сфер национальной экономики страны (табл. 2).

Проведенный авторами обзор существующих методов оценки потенциальных эффектов использования ИТ в ЭЭС показывает, что при наличии единого мнения о методологическом подходе к их оценке, основанном на изменении функциональных характеристик, разными специалистами даются отличающиеся значения укрупненной оценки эффектов применения ИЭЭС [2, 3], что определяет необходимость разработки более обоснованной методики оценки последствий их использования.

Разработка ИТ, их коммерциализация и практическое использование будут происходить постепенно по мере реализации совокупной технологической платформы ИЭЭС. На каждом из этих этапов необходима предварительная оценка потенциальной (на стадии разработки) или реальной (на стадии пилотных испытаний или внедрения) эффективности новых технологий, позволяющая принимать соответствующие решения.

По своей сути разработка и использование ИТ в электроэнергетике осуществляется посредством реализации инвестиционных проектов (ИП), эффективность которых следует оценивать в соответствии с [4], а также в соответствии с теорией и практикой такой оценки, рекомендуемой в научной литературе [5]. При этом под эффективностью ИП понимается степень выполнения поставленной цели или реализации интересов его участников.

Таблица 1
Модель логических взаимосвязей между новыми функциональными возможностями ИЭС, их индикаторами и потенциальными эффектами

№ п/п	Новые функциональные возможности интеллектуальных ЭЭС (технологий)	Индикаторы их проявления	Элементы энергетической цепочки	Виды потенциальных эффектов
1.	Осуществление полной автоматизации управления процессами ЭЭС	Изменение роли человека в управлении ЭЭС; исключение «человеческого фактора»; повышение уровня управляемости	Все элементы ЭЦ	Снижение отказов оборудования, потеря энергии и других экономических ресурсов, рост интеллектуального капитала ЭЭС
2.	Системная интеграция разных видов генерирующих источников при развитии ЭЭС	Более разнообразная структура генерирующих мощностей ЭЭС	Производство электрической и тепловой энергии; системы топливно-снабжения	Увеличение доли «чистых» генерирующих мощностей, сокращение использования невозобновляемых энергоресурсов, выбросов загрязняющих отходов
3.	Обеспечение надежной и устойчивой работы энергетического оборудования ЭЭС	Снижение количества аварийных отказов и их длительности; меньшие резервные мощности	Все элементы ЭЦ	Снижение экономических и социальных потерь, повышение доверия потребителей к ЭЭС
4.	Реализация клиенто-ориентированного подхода	Удовлетворение потребностей потребителей энергии и решение их проблем посредством расширения энергетических услуг	Потребители энергии	Снижение экономических потерь потребителей и повышение степени их удовлетворенности
5.	Возможность оптимизации режимов работы элементов ЭЭС	Снижение неравномерности загрузки ки энергопредприятий и расхода энергоресурсов	Все элементы ЭЦ	Повышение экономической, экологической и социальной эффективности ЭЭС
6.	Оптимальное управление обслуживанием и использованием активов ЭЭС	Продление сроков службы оборудования и повышение его эксплуатационной готовности	Все элементы ЭЦ	Снижение инвестиций и эксплуатационных затрат ЭЭС
7.	Возможность получения информации в режиме реального времени о последствиях принятия решений	Доступность информации и энергии потребителям	Все элементы ЭЦ	Возможность оптимальных решений (рациональных) принятия

Классификация видов потенциальных эффектов создания ИЭС в российской экономике

№ п/п	Виды эффектов	Сфера проявления	Характер проявления	Формы проявления	Результаты проявления
1.	Информационные	Все элементы ЭЭС и смежных отраслей	Возможность получения достоверной и оперативной информации о состоянии объектов ЭЭС и смежных отраслей	Надежная информация о состоянии объектов ЭЭС и смежных отраслей в реальном времени	Оптимальность (рациональность) принимаемых решений по управлению ЭЭС и другими сферами национальной экономики
2.	Технологические	Все элементы ЭЭС и смежных отраслей	Изменение технических и технологических параметров ЭЭС в целом и ее смежных отраслей в оперативных, текущих и долгосрочных периодах управления ЭЭС	Изменение балансовых показателей спроса и предложения энергии в ЭЭС и первичных энергоресурсов в оперативных, текущих и долгосрочных периодах управления ЭЭС	Изменение сущной и сезонной неравномерности производства и потребления энергии и структуры генерирующих мощностей в оперативных, текущих и долго-срочных периодах управления ЭЭС; снижение аварийности оборудования ЭЭС
3.	Экологические	Все элементы ЭЭС и смежных отраслей	Изменение экологических параметров окружающей среды вследствие выбросов вредных веществ (газов) элементами ЭЭС	Изменение чистоты окружающей среды и нормативных экологических параметров в районах деятельности ЭЭС	Уменьшение деградации окружающей среды; снижение заболеваемости персонала ЭЭС и местного населения
4.	Социальные	Все элементы ЭЭС и национальной экономики в целом	Изменение роли человека в управлении ЭЭС от объекта управления к его субъекту	Повышение роли интеллектуального капитала в управлении ЭЭС и национальной экономикой в целом	Ускорение формирования нового технологического уклада в экономике страны и повышение ее инновационности
5.	Экономические	Все элементы ЭЭС и национальной экономики	Изменение объемов инвестиций и текущих затрат на развитие и функционирование ЭЭС	Изменение бюджетных показателей ТЭК и экономики страны в целом	Повышение показателей результативности и экономической эффективности ЭЭС и страны в целом

№ п/п	Виды эффектов	Сфера проявления	Характер проявления	Формы проявления	Результаты проявления
6.	Институциональные	Экономика страны в целом	Возможность развития других отраслей национальной экономики вследствие доступности энергии и роста доходов ЭЭС	Изменение поступлений в бюджет страны от доходов ЭЭС	Сбалансированное развитие ЭЭС и экономики страны в целом

Учитывая важность ЭЭС для развития национальной экономики и их широкие связи с другими ее секторами, а также отдаленность во времени поисковых научных исследований от реализации конкретных проектов по развитию ИЭЭС в российской экономике, представляется целесообразным оценить, прежде всего, показатели общественной эффективности, обусловленные изменением функциональных параметров по всей технологической ЭЦ.

Механизмом реализации методологического подхода, основанного на изменении функциональных параметров ИЭЭС, должна стать методика системной оценки всех эффектов, возникающих как в элементах ЭЦ, так и в смежных отраслях. Для системной оценки эффективности использования ИТ в электроэнергетике важно не только иметь классификацию видов эффектов, но и детально знать конкретные последствия изменений функциональных параметров ЭЭС.

Анализ и обобщение функциональных изменений в ЭЭС при внедрении ИТ, проведенный авторами, показывает, что основными их последствиями являются следующие:

- оптимизация режима работы основного оборудования генерирующих установок и транспортно-распределительных сетей вследствие выравнивания графиков производства энергии и электропотребления, сопровождающегося снижением расхода топлива в генерирующем оборудовании и потерь электроэнергии в сетях;

- полное или частичное исключение суточных остановов генерирующего оборудования и, соответственно, снижение расхода топлива на его пуски, а также текущих затрат на ремонтно-восстановительные работы, поскольку частые пуски и остановки вызывают повышенный износ оборудования и прямо сопровождаются снижением надежности его работы;

- повышение надежности работы генерирующего и передающего оборудования, исключая частые аварийные ситуации и их продолжительность и, соответственно, снижающее недоотпуск электроэнергии или частоту отклонений показателей качества электроэнергии от нормативных значений для потребителей;

- увеличение пропускной способности магистральных и распределительных ЛЭП за счет внедрения технологий гибких электропередач и интеллектуальных систем мониторинга устойчивости ЭЭС, что позволяет снизить потери в сетях из-за оптимизации потоков энергии и исключить или ограничить недоотпуск электроэнергии при аварийных отказах оборудования за счет ее передачи от других работающих генерирующих источников;

- оптимальное использование мощности и энергии крупных генерирующих источников, потребляющих преимущественно невозобновляемые первичные энергоресурсы, и малой распределенной генерации на основе ВИЭ, позволяющее снизить расходы органического топлива и выбросы вредных веществ в окружающую среду;

- снижение единовременных и текущих затрат электроэнергетических компаний (ЭЭК) вследствие сокращения доли резервных мощностей, оптими-

зации использования их располагаемого потенциала, экономии топлива и уменьшения потерь энергии и, соответственно, тарифов на энергию;

– повышение социального имиджа ЭЭК вследствие проведения ими эффективной клиентоориентированной политики в условиях широкой интеллектуализации их технологических и управленческих процессов, позволяющего в полной мере учитывать взаимные интересы конечных потребителей и производителей энергии.

Логическая схема системной оценки эффектов от использования ИТ в ЭЭС вследствие изменения их функциональных параметров по всей ЭЦ представлена в табл. 3.

Так, при оценке эффектов оптимизации генерации энергии следует учитывать, что они имеют место во всех элементах ЭЦ как непосредственно связанных с процессом производства электрической и тепловой энергии, так и косвенно с ними связанных.

Кроме того, указанные эффекты имеют место как в текущей, так и в долгосрочной перспективе производственно-хозяйственной деятельности (ПХД) элементов ЭЦ. Наибольший эффект при этом будет проявляться в текущей деятельности элементов ЭЦ, непосредственно связанных с производством, транспортом, распределением и потреблением энергии, обусловленный выравниванием графиков нагрузки, исключающего работу оборудования в пиковых режимах или уменьшающего продолжительность такой работы, а также предотвращающего необходимость остановов генерирующего оборудования в ночные часы.

Годовой экономический эффект $\Delta \mathcal{E}_{Год}$ от выравнивания суточных графиков нагрузки i -го генерирующего оборудования можно определить по следующей формуле:

$$\Delta \mathcal{E}_{Год} = \sum_{i=1}^n (b_{\Pi i} - b_{\text{баз}}) \cdot W_i \cdot k \cdot C_{Ti} + \sum_{i=1}^m B_{\Pi i} \cdot k \cdot C_{Ti}, \quad (1)$$

где: $b_{\Pi i}$ и $b_{\text{баз}}$ – удельный расход топлива i -го генерирующего оборудования, работающего, соответственно, в пиковом и базовом режиме, т у.т.; W_i – годовая выработка электроэнергии i -м оборудованием в пиковом режиме, кВт.ч; k – коэффициент перевода условного топлива в натуральное; C_{Ti} – стоимость топлива, расходуемого i -ым оборудованием, руб/т н.т.; $B_{\Pi i}$ – расход условного топлива на пуск i -го оборудования, т у.т.; n – количество i -го работающего генерирующего оборудования; m – суммарное число остановов i -го оборудования в год.

Расчеты, проведенные авторами, показывают, что экономический эффект, обусловленный переводом даже одного крупного генерирующего блока из пикового режима работы в базовый в течение суток, может составлять при существующих ценах на топливо до нескольких сот миллионов рублей в год [1].

Таблица 3
Логическая схема системной оценки эффектов в элементах энергетической цепочки, обусловленных применением интеллектуальных технологий в ЭЭС

ЭЛЕМЕНТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕПОЧКИ					Общество и экономика страны
Топливо-снабжающие компании	Генерирующие компании	Сетевые компании (транспортные и распределительные ЛЭП)	Потребители конечной энергии	Компании энерго-и электромашиностроения	
1. Эффекты оптимизации генерации энергии					
-АПЭР; -АПЗ; ±ΔД; -ΔК	-АПЭР; -АПЗ; +ΔД; -ΔК	-АП; +ΔД; -ΔК	-ΔЗ; +ΔД; -ΔК	-АПЗ; ±ΔД; -ΔК	+ΔВВП; +ΔБ
2. Эффекты повышения надежности систем генерации энергии					
±ΔД; -ΔК	-ΔУ; -АПЗ; ±ΔД; -ΔК	-ΔУ; +ΔД; -ΔК	-ΔУ; +ΔД; -ΔК	-АПЗ; +ΔД; -ΔК	+ΔВВП; +ΔБ
3. Эффекты повышения пропускной способности транспортных и распределительных ЛЭП					
+ΔД	+ΔД	+ΔП; ±ΔД; -ΔК	+ΔД	+ΔД	+ΔВВП; +ΔБ
4. Эффекты снижения потерь энергии в ЛЭП					
±ΔД	-АПЗ; +ΔД; -ΔК	+ΔД; -ΔК	-ΔЗ; +ΔД	не проявляются	+ΔВВП; +ΔБ
5. Эффекты повышения надежности ЛЭП					
+ΔД	-ΔУ; +ΔД; -ΔК	-ΔУ; +ΔД; -ΔК	-ΔУ; +ΔД; -ΔК	+АПЗ; +ΔД; -ΔК	+ΔВВП; +ΔБ
6. Эффекты интеграции централизованной и распределенной генерации энергии					
-АПЭР; -АПЗ; -ΔК	-АПЭР; +АПЗ; +ΔД; ±ΔК	±АП; ±ΔД; ±ΔК	±ΔЗ; ±ΔД	±ΔЗ; ±ΔД; ±ΔК	+ΔВВП; ±ΔБ
7. Институциональные и социальные эффекты					
+ΔД	+ΔД	+ΔД	-ΔЗ; +ΔД	+ΔД	+ΔВВП; +ΔБ

В таблице используются следующие обозначения качественных изменений показателей: спрос на первичные энергоресурсы ΔПЭР; эксплуатационных затрат АПЗ; дохода энергокомпаний ΔД; капитальных затрат (инвестиций) ΔК; потерь энергии ΔП; ущерб ΔУ; затрат конечных потребителей ΔЗ; валового внутреннего продукта ΔВВП; доходной части государственного бюджета ΔБ

Формула (1) показывает основную, но не единственную часть общего экономического эффекта от выравнивания графика нагрузки генерирующего блока, поскольку частые остановы и пуски блока приводят к повышенному износу и снижению его надежности, что вызывает дополнительные затраты на ремонтные работы, а, в некоторых случаях, и преждевременный вывод из эксплуатации.

В долгосрочной перспективе оптимизация генерации энергии вследствие выравнивания графиков нагрузки генерирующего оборудования позволит ЭЭК уменьшить резервные генерирующие мощности и, соответственно, снизить капитальные затраты на их ввод, что, в конечном счете, скажется на увеличении доходов ЭЭК или их операционной прибыли.

Экономические эффекты оптимизации генерации энергии проявляются не только на генерирующих установках, но и во всех других элементах единой технологической цепочки.

Так, в топливоснабжающих компаниях в текущей ПХД оптимизация генерации энергии вызывает снижение спроса на первичные энергоресурсы и, соответственно, уменьшение коммерческого дохода компаний, а в долгосрочной перспективе – снижение спроса и уменьшение инвестиций на развитие их производственно-ресурсной базы.

В компаниях, осуществляющих железнодорожный и трубопроводный транспорт первичных энергоресурсов, оптимизация генерации энергии вызовет существенное снижение эксплуатационных затрат (как в текущей ПХД, так и в долгосрочной перспективе) вследствие уменьшения объема перевозок топлива к генерирующим компаниям.

В сетевых компаниях оптимизация генерации энергии в краткосрочной перспективе прямо отразится на уменьшении потерь энергии и, соответственно, на повышении доходов компаний; в долгосрочной перспективе – на уменьшении инвестиций в их развитие вследствие увеличения пропускной способности транспортных и распределительных ЛЭП.

Для конечных потребителей оптимизация генерации энергии должна приводить к снижению затрат на оплату счетов за потребляемую энергию и, соответственно, росту их доходов, однако в настоящее время это не происходит, так как большинство ЭЭК добиваются повышения эффективности своей ПХД не за счет оптимизации текущих издержек производства, а за счет постоянного роста тарифов на энергию.

Для энерго- и электромашиностроительных компаний оптимизация генерации энергии может привести к снижению производственных затрат и инвестиций в долгосрочной перспективе, а в краткосрочной – только в случае, если компании самостоятельно осуществляют техническое обслуживание поставляемого в ЭЭС основного оборудования, как это принято в зарубежной практике.

В конечном счете, экономические эффекты всех элементов технологической ЭЦ вследствие оптимизации генерации энергии при использовании ИТ в ЭЭС приводят к росту доходной части государственного бюджета и ВВП страны и повышению благосостояния ее общества.

Результаты качественных изменений эффектов оптимизации генерации энергии по элементам ЭЦ, обусловленных применением ИТ в ЭЭС, в обобщенном виде представлены в соответствующей строке табл. 3. Методы качественной оценки эффектов в элементах ЭЦ при внедрении ИТ, вызванных другими функциональными изменениями в ЭЭС, подобны методам, изложенным выше, и в систематизированном виде также представлены в табл. 3.

Для определения экономической эффективности применения ИТ в ЭЭС научный и практический интерес представляет количественная оценка эффекта от их использования.

Одной из серьезных проблем в современной электроэнергетике остается регулирование графиков электрической нагрузки ЭЭС. Сложность такого регулирования заключается в том, что маневренные характеристики современного энергетического оборудования не в полной мере соответствуют требованиям покрытия графиков потребления электроэнергии, отличающихся большой неравномерностью.

Одна из возможностей согласования режимов производства и потребления энергии заключается в использовании систем накопления энергии (СНЭ) для аккумуляирования энергии в часы ее интенсивного поступления и использования накопленной энергии в часы ее наибольшего спроса. В настоящее время в большинстве развитых стран мира и в России промышленно осваиваются различные виды СНЭ, что определяет необходимость более подробного рассмотрения и оценки эффективности применения СНЭ как важнейшего элемента будущих ИЭЭС.

В современных ЭЭС требуются мощные СНЭ для обеспечения ожидаемых эффектов, использование которых в совокупности с интеллектуальными системами управления позволяет:

- 1) выравнять графики нагрузки электростанций, что обеспечивает возможность работы оборудования в оптимальных режимах, сокращение количества его остановов в ночные часы суток и в выходные дни недели, уменьшение резервных мощностей и повышение надежности работы оборудования ЭЭС;
- 2) поддерживать в нормативных значениях качество электроэнергии и снизить потери в электрических сетях;
- 3) повысить статическую и динамическую устойчивость ЭЭС;
- 4) улучшить экологическую обстановку в зоне расположения электростанций;
- 5) повысить управляемость оборудования энергетических объектов и др.

Проведем оценку экономической эффективности применения накопителей электроэнергии большой мощности (НЭБМ), с одной стороны, а с другой – определим объемы капитальных затрат на их установку на примере работы конденсационной электростанции (КЭС), оборудованной шестью турбинами К-300-240 и потребляющей уголь в качестве основного топлива.

Оценим эффект от выравнивания нагрузки КЭС при использовании НЭБМ по следующим основным направлениям:

а) эффект снижения расхода топлива станцией ΔZ_T при работе с переменной нагрузкой в течение года определяем по формуле:

$$\Delta Z_T = \Delta b \cdot N_y \cdot h_y \cdot \beta \cdot C_T, \quad (2)$$

где Δb – изменение расхода топлива при работе КЭС в переменном режиме, г н.т./кВт·ч; N_y – установленная мощность электростанции, кВт; h_y – годовое число часов использования установленной мощности, ч; β – коэффициент, показывающий долю работы станции в переменном режиме; C_T – цена топлива, используемого станцией, руб/т н.т.

Принимая $\Delta b = 20$ г н.т./кВт·ч; $h_y = 7500$ ч; $\beta = 0,4$ и $C_T = 1500$ руб/т (данные Росстата 2012г.), получим $\Delta Z_T = 162$ млн руб/год.

б) эффект из-за снижения числа пусков и остановов оборудования в течение суток и в нерабочие и праздничные дни ΔZ_{II} :

$$\Delta Z_{II} = (n_{CVT} \cdot t_{CVT} \cdot k_{HEД} \cdot B_{СП} + m_{HEД} \cdot k_{HEД} \cdot B_{НП}) \cdot C_T, \quad (3)$$

где: n_{CVT} и $m_{HEД}$ – количество блоков, выводимых и вводимых в каждые рабочие и еженедельные дни; t_{CVT} – число суток, в течение которых останавливаются блоки; $k_{HEД}$ – количество недель в году; $B_{СП}$ и $B_{НП}$ – расход топлива соответственно на пуск блока из горячего и холодного состояния; т н.т./пуск.

Принимая $n_{CVT} = 2$; $t_{CVT} = 5$; $m_{HEД} = 3$; $B_{СП} = 150$ т н.т./пуск; $B_{НП} = 250$ т н.т./пуск в течение 53 недель года, получим $\Delta Z_{II} = 180$ млн руб/год.

в) эффект из-за снижения затрат на дополнительное ремонтное обслуживание оборудования, работающего в переменном режиме $\Delta Z_{РЕМ}$, можно оценить посредством увеличения нормы амортизационных отчислений с существующих 6÷8% до 10% в год от стоимости активов основного оборудования станции по формуле:

$$\Delta Z_{РЕМ} = N_y \cdot k_{УД} \cdot \Delta A. \quad (4)$$

Тогда $\Delta Z_{РЕМ} = 1,1$ млрд руб/год (при $k_{УД} = 30$ тыс руб/кВт).

г) эффект от исключения колебаний частоты электроэнергии ΔZ_q определяем по формуле:

$$\Delta Z_q = (b_C - b_H) \cdot N_y \cdot k_C \cdot h_P \cdot C_T, \quad (5)$$

где b_C и b_H – удельные расходы топлива на производство кВт·ч электроэнергии при сниженной и нормальной частоте работы оборудования соответственно, г у.т./кВт·ч; k_C – число часов работы станции с пиковой нагрузкой в утреннее и вечернее время в течение года, ч в сутки; h_P – количество дней работы оборудования в году с пиковой нагрузкой, сут.

Приняв $b_C = 345$ г у.т./кВт·ч; $b_H = 329$ г у.т./кВт·ч; $k_C = 6$ ч в сутки; $h_P = 265$ суток при $C_T = 1500$ руб/т н.т. получаем $\Delta Z_q = 96$ млн руб/год.

Тогда суммарный эффект от выравнивания графиков нагрузки КЭС при использовании НЭБМ составляет 1,5 млрд руб/год.

Полученное значение годового эффекта от применения НЭБМ для выравнивания нагрузки КЭС характерно для важного, но только одного из объектов технологически связанной ЭЦ. Поэтому представляет интерес оценка эффектов от применения НЭБМ и по другим объектам ЭЦ. Среди этих объектов следует рассматривать инфраструктуру ЭЭС, в которой находится электростанция

(электрические сети, размещение резервных мощностей, конечные потребители энергии), топливодобывающие и топливоснабжающие организации, а также экономику страны в целом.

Выравнивание графика нагрузки в электрических сетях обеспечивает, в первую очередь, уменьшение потерь электроэнергии и снижает нагрузочный резерв в ЭЭС. Определим величину снижения потерь энергии в электрических сетях, обусловленного выравниванием графика нагрузки станции по методу использования времени максимальных потерь τ [6]:

$$\Delta W = \Delta P_{\max} \cdot \tau. \quad (6)$$

Приняв процент потерь 10%, $T_{\max} = 4000$ ч и $\tau = 2000$ ч, получим величину снижения потерь энергии в сетях, обусловленного выравниванием графика нагрузки $\Delta W = 3,6 \cdot 10^8$ кВт·ч/год. При среднем значении удельного расхода топлива 329 г у.т./кВт·ч (данные Росстата) это соответствует экономии $\Delta Z_T = 248,7$ млн руб/год.

Оперативный резерв мощности в ЭЭС обычно составляет от 9 до 12% максимальной нагрузки системы [7]. Приняв, что выравнивание графика нагрузки станции позволяет снизить оперативный резерв на 75%, получим снижение резервной мощности в ЭЭС, равное 135 МВт.

Из литературы [7, 8] известно, что оперативный резерв мощности в ЭЭС, как правило, размещается на недогруженных конденсационных агрегатах со средним удельным расходом топлива 460 г у.т./кВт·ч при $h_y = 1500 \div 3000$ ч работы оборудования в пиковых режимах. Тогда значение эффекта от снижения оперативного резерва мощности в ЭЭС при использовании НЭБМ $\Delta Z_{PEZ} = 391,2$ млн руб/год.

Таким образом, только в пределах ЭЭС, частью которой является КЭС, выравнивание графиков нагрузки станции при использовании НЭБМ позволяет сэкономить более 1,0 млн т у.т./год и более 2,1 млрд руб/год. При этом наибольшая доля экономии достигается обеспечением оптимального режима работы станции, а также за счет снижения затрат на ремонтное обслуживание оборудования.

Однако эффект от выравнивания графика нагрузки КЭС посредством установки НЭБМ не ограничивается только инфраструктурой ЭЭС. Так, сэкономленное топливо не нужно будет перевозить по железной дороге. При средней дальности пробега 1 т топлива по железным дорогам в стране, равной 950 км и расходам топлива в размере 0,5 кг у.т./т·км [9] экономия топлива в течение года составит 0,97 млн т н.т., что при его стоимости 1500 руб/т н.т. позволит сэкономить $\Delta Z_{РЖД} = 1,45$ млрд руб/год.

Аналогичным образом можно определить и эффект топливодобывающих компаний по формуле:

$$\Delta Z_{ГДК} = (1 + \alpha_{II}) \cdot \Delta B_{\Sigma} \cdot C_{IIР}, \quad (7)$$

где α_{II} – коэффициент потерь топлива при его перевозке до электростанции; ΔB_{Σ} – суммарная величина сэкономленного топлива во всем элементам ЭЦ, млн т н.т./год; $C_{IIР}$ – цена производителя топлива, руб/т н.т.

Приняв $\alpha_{II} = 0,1$ и $C_{II} = 1058$ руб/т н.т. (по данным Росстата 2012г.), получим $\Delta Z_{ТДК} = 2,78$ млрд руб/год.

При этом необходимо учесть, что сжигание суммарной величины сэкономленного топлива по всем элементам ЭЦ ΔB_{Σ} , равной 2,4 млн т н.т./год, связано с эмиссией парниковых газов, в частности, CO_2 , цены на который в настоящее время, по данным МЭА [10], составляют 20 долл/т. Тогда экономия от сжигания этого количества топлива дополнительно вызовет и экономию затрат на снижение эмиссий CO_2 $\Delta Z_{ОКР} = 1,7$ млрд руб/год, а общая величина сэкономленных денежных средств с учетом экологического эффекта составит 8,1 млрд руб/год.

Стоимость НЭБМ суммарной мощностью 720 МВт, определяемой глубиной колебания графика суточной нагрузки, равной 0,4, составляет $K_{НЭБМ} = 24,5$ млрд руб (при средней удельной стоимости мощности, равной 30 тыс руб/кВт [10]). Предположим также, что НЭБМ приобретается генерирующей компанией за собственные средства, и на ее обслуживание ежегодно тратится 5% ее номинальной стоимости или 1,22 млрд руб/год. Тогда срок окупаемости НЭБМ составит около трех лет при максимальном суммарном значении эффекта, что является вполне приемлемым для ЭЭК.

Учитывая, что технологические и экономические показатели НЭБМ в ближайшие годы будут только улучшаться (согласно прогнозу компании Bnanap к 2020 г. удельная стоимость накопителей энергии снизится на 70% от уровня 2010 г. [11]), сферы эффективного применения новых ИТ в отечественной электроэнергетике будут значительно расширены.

ВЫВОДЫ:

1. Новые технологические достижения в силовом энергетическом оборудовании и интеллектуализация современных коммуникационных систем и технологий управления позволяют существенно расширить функциональные возможности ЭЭС.
2. В докладе приведена модель логических взаимосвязей между новыми функциональными возможностями ИЭЭС и соответствующими видами потенциальных эффектов по всей энергетической цепочке, величина которых существенно превышает затраты на создание и применение интеллектуальных технологий.
3. Предложена методика оценки экономической эффективности использования интеллектуальных технологий в электроэнергетике, которая может быть применима для всех их видов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Огороков Р.В., Задорожний А.В. Эффективность применения интеллектуальных технологий в отечественной энергетике.— СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015.— 230 с.
2. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью / Под ред. акад. РАН Фортова В.Е. и Макарова А.А.— Москва: ФСК ЕЭС, 2012.— 236 с.

3. Федосова А.В. Оценка вариантов развития интеллектуальной энергетической системы в России: Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. экон. наук: (08.00.05)/НИУ ВШЭ.– М., 2013.– 19 с.

4. Методические рекомендации по оценке инвестиционных проектов. Утверждено Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госкомстроем РФ № ВК 477 от 21.06.99г. / Сайт компании «Консультант Плюс».– Режим доступа: <http://www.consultant.ru/document/>

5. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.А. Файбисовича.– 4-е изд., перераб. и доп.– М.: ЭНАС, 2012.– 376 с.

6. Блок В.М. Электрические сети и системы.– М.: Изд-во Высшая школа, 1986.– 430 с.

7. Хабачев Л.Д. Техничко-экономическое планирование развития электро-энергетических систем.– СПб.: Изд-во Поли-техн. ун-та, 2014.– 176 с.

8. Усов С.В., Казаров С.А. Режимы тепловых электростанций.– Л.: Энергоатомиздат, 1985.– 240 с.

9. Беляков А. Транспортно-энергетический комплекс: тенденции функционирования и проблема оптимизации // Экономист.– 2013.– №4.– С. 42-49.

10. World Energy Outlook 2013. OECD / IEA, Paris, 2013.– 687 pp.

11. Накопители энергии в большой энергетике / Power Review #5, 2010.– Режим доступа: http://www.branan.ru/uploads/Power%20review_5.pdf

УДК 620.921

У.И. Плоткина

МЕТОДЫ ОТБОРА КОТЕЛЬНЫХ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ В МИНИ – ТЭЦ, ВКЛЮЧАЕМЫХ В РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

SELECTION METHODS FOR THE RECONSTRUCTION OF BOILER HOUSES INTO MINI – CHP INCLUDED IN THE REGIONAL PROGRAM OF DEVELOPMENT OF ENERGY SYSTEMS

Аннотация. В настоящее время состояние систем теплоснабжения характеризуется высоким износом основных фондов, особенно теплосетей и котельных, недостаточной надёжностью функционирования. С точки зрения энергоэффективности целесообразнее проводить реконструкцию существующих и изношенных котельных в мини – ТЭЦ. В статье рассмотрены экономические эффекты и дополнительные затраты при разных вариантах сооружения объектов малой распределённой энергетики, существующие методы оценки экономической эффективности реконструкции котельных. Также предложен метод отбора котельных для реконструкции в мини – ТЭЦ при формировании региональных программ развития энергетических систем с учётом физического их состояния и критерия максимума чистого дисконтированного дохода от инвестиционного проекта мини – ТЭЦ с учётом системных эффектов, что позволит

минимизировать бюджетные расходы на реконструкцию котельных. Данный метод может использоваться в любом субъекте РФ для оптимизации программы развития энергетических систем региона, финансируемого из бюджетных средств.

Ключевые слова: малая распределённая энергетика, мини – ТЭЦ, котельная, когенерация, динамическое программирование, экономическая эффективность.

Abstract. Currently, the state of heat supply systems characterized by high depreciation of fixed assets, particularly of heating systems and boilers, the lack of reliability of operation. From efficient point of view it is expedient to carry out the reconstruction of existing and worn-out boilers in mini – CHP. The article considers the economic effects and additional costs for different variants of construction of low distributed generation, existing methods for assessing the economic efficiency of reconstruction of boiler. Also the method of selection for the reconstruction of boiler houses into mini – CHP in the formation of regional programs of development of power systems is offered with taking into account their physical condition and the criterion of maximum net present value from the investment project the CHP with regard to systemic effects that will help to minimize the fiscal cost of reconstruction of boiler houses. This method can be used in any territorial subject of the Russian Federation for optimization the program of development power systems of the region financed from budgetary funds.

Keywords: low distributed generation, mini – CHP, boiler room, cogeneration, dynamic programming, economic efficiency.

В большинстве регионов Российской Федерации в настоящее время ведутся разработки схем и программ развития энергетических систем. Встаёт вопрос о необходимости ранжирования подлежащих реконструкции котельных с целью выбора для реконструкции первоочередных объектов в данном регионе, а также сдерживания роста тарифов для конечных потребителей.

Реконструкция существующих котельных, как правило, проводится с использованием средств бюджетов субъектов РФ и бюджетов муниципальных образований. Использование бюджетных средств при реконструкции существующих котельных с созданием на их базе мини - ТЭЦ, направленное на ограничение роста тарифов на тепловую энергию и обеспечение надёжности теплоснабжения жилищно-коммунальной сферы, позволяет существенно повысить эффективность привлечения с использованием механизмов государственно - частного партнёрства частных инвестиций для реализации проектов мини - ТЭЦ как за счёт снижения затрат на приобретение электроэнергии с розничного рынка для электроснабжения собственных нужд, так и за счёт поставок избытков электроэнергии и мощности на розничный рынок [1]. Сооружение мини – ТЭЦ при реконструкции котельных возможно по следующим вариантам:

1) установка электрической мощности в размере, необходимом только для покрытия собственных нужд станции;

2) установка электрической мощности в размере, необходимом только для покрытия собственных нужд станции и энергоснабжения близлежащих потребителей по прямым договорам;

3) максимально возможная установленная электрическая мощность в режиме когенерации на подключённом тепловом потреблении реконструируемой котельной.

Сравнительный анализ получаемых экономических эффектов и дополнительных затрат при сооружении этих вариантов мини – ТЭЦ представлены в табл.1.

Таблица 1.

Экономические эффекты и дополнительные затраты при различных вариантах реконструкции котельных в мини - ТЭЦ

		Выработка электроэнергии только для собственных нужд станции	Электроснабжение близлежащих потребителей по прямым договорам	Параллельная работа с энергосистемой на розничном рынке
Экономические эффекты	Снижение издержек на покупку электроэнергии	+	+	+
	Уменьшение потерь электроэнергии при её передаче	+	+	+
	Повышение надёжности энергоснабжения	+	+	+
	Дополнительная выручка от реализации продукции	-	+	+*
	Взимание платы за технологическое присоединение	—	+	+*

		Выработка электроэнергии только для собственных нужд станции	Электроснабжение близлежащих потребителей по прямым договорам	Параллельная работа с энергосистемой на розничном рынке
Дополнительные затраты	На строительство электрических сетей до потребителей	-	+	-
	Включение в конечный тариф для потребителей платы за передачу электроэнергии и диспетчерское управление	-	-	+
	Плата за технологическое присоединение к электрическим сетям энергосистемы	-	-	+

*+ - значительно больше, чем при варианте сооружения мини – ТЭЦ для энергоснабжения близлежащих потребителей по прямым договорам.

Отбор котельных для реконструкции котельных в мини – ТЭЦ можно проводить с помощью традиционных показателей экономической эффективности инвестиций: чистый дисконтированный доход, индекс доходности, срок окупаемости и т.д. Однако в данном случае наиболее эффективным окажется проект с большим объемом производства электро- и теплоэнергии. При оценке эффективности проектов реконструкции котельных в мини – ТЭЦ, а также строительства объектов малой распределённой энергетики необходимо учитывать системные эффекты, получаемые при их сооружении.

Поэтому для более эффективного использования бюджетных средств при реализации инвестиционной программы развития энергетики субъекта РФ или другой территориальной единицы можно предложить следующий метод отбора для реконструкции котельных в объекты когенерации с учётом системного эффекта от их сооружения, который включает в себя следующие этапы:

1. Сбор и систематизация данных по всем котельным субъекта РФ. С включением в анализ информации по установленной мощности котельных, а также дате их ввода в эксплуатацию, с учётом коэффициента износа, планируемые дополнительные объёмы подключения нагрузки.

2. Создание двух выборок данных по котельным с установленной мощностью от 5 Гкал/ч [2], а также котельных с коэффициентом износа больше 50%. При этом при отборе котельных следует учитывать дату последней реконструкции. Недавно реконструированные котельные в последующих расчётах не учитываются.

3. Для отобранных котельных с учётом количества на них котлов следует рассчитать необходимые капитальные вложения с учётом вложений в электросети и экологических требований, а также себестоимость электро- и теплоэнергии на проектируемом объекте когенерации ($C_{э}, C_T$) и отпускной тариф ($S_{э}, S_T$) с использованием в проектах механизма государственно - частного партнёрства. При этом тариф отпускаемой тепловой энергии и установленный тариф на электроэнергию в данном субъекте РФ в настоящее время ($S_{э}^{уст}, S_T^{уст}$), проиндексированные на прогнозный коэффициент инфляции ($K_{инфл}^{прогн}$) должны быть не меньше планируемых тарифов от мини – ТЭЦ для каждого года инвестиционного периода: $S_{э}^{уст} \cdot K_{инфл}^{прогн} \geq S_{э}$; $S_T^{уст} \cdot K_{инфл}^{прогн} \geq S_T$.

Порядок определения себестоимости и отпускных тарифов электро- и теплоэнергии реконструированной котельной в мини – ТЭЦ представлен в [3, 4].

4. Выбор оптимальных проектов для реконструкции котельных в мини – ТЭЦ субъекта РФ производится с использованием динамического программирования [5,6] в n шагов, соответствующих числу отобранных котельных для реконструкции на этапе 2.

В данном случае совокупность существующих и подлежащих реконструкции котельных рассматривается как система S , для которой суммарные капитальные вложения x , выделяемых котельным после каждого шага процесса, являются определяющим фактором состояния, т.е. фазовой переменной данной системы. При этом $0 \leq x_i \leq K$ ($i=1, n$), где K – всего выделяемых капвложений на реконструкцию котельных данного субъекта РФ, тогда x_1 – объём капвложений, выделенных котельным на первом шаге процесса (только для первой котельной), x_2 - объём капвложений, выделенных котельным на втором шаге процесса (для первой и второй котельной) и т.д., x_n – объём капвложений, выделенных котельным на последнем шаге процесса (для всех котельных).

Управляющей переменной u является объём средств, выделяемых котельной на каждом из шагов процесса: u_1 – объём капитальных средств, выделяемых на реконструкцию первой котельной на первом шаге процесса, u_2 - объём капитальных средств, выделяемых на реконструкцию второй котельной на втором шаге процесса и т.д., u_n - объём капитальных средств, выделяемых на реконструкцию n – ой котельной на последнем n шаге процесса.

Функция процесса $x_i = f(x_{i-1}, u_i)$, определяющая закон изменения состояния системы, представляет собой:

$$x_i = x_{i-1} + u_i. \quad (1)$$

То есть общий объём капитальных вложений x_i , выделенных котельным нарастающим итогом после текущего i -го шага, равен сумме выделенных

средств котельным до текущего шага (x_{i-1}) и i -ой котельной на текущем i -ом шаге (u_i).

Частная целевая функция z_i , определяющая частный экономический эффект на i -ом шаге процесса, зависит только от объёма капвложений в i -ую котельную u_i , таким образом $z_i = z_i(u_i)$ и представляет собой чистый дисконтированный доход от i -ого проекта реконструкции котельной в мини – ТЭЦ с учётом системного эффекта от его реализации:

$$z_i = \sum_{t=1}^T (R_t - C_t - K_t + R_t^{mex} + \Delta R_t^{nom} + \Delta K_t^{cemu})(1+E)^{-t}, \quad (2)$$

где R_t - выручка от реализации электро- и теплоэнергии в год t инвестиционного периода T ; C_t - себестоимость электро- и теплоэнергии без амортизационных отчислений; K_t - капитальные вложения в мини - ТЭЦ; R_t^{mex} - плата за технологическое присоединение новых потребителей мини – ТЭЦ; ΔR_t^{nom} - экономия от снижения величины компенсации потерь при передаче электроэнергии в сетях; ΔK_t^{cemu} - экономия капитальных вложений в развитие сетей; E - ставка дисконтирования.

Общая целевая функция: $Z = \sum_{i=1}^n z_i \rightarrow \max$.

В данной модели отсутствует последствие, т.к. состояние системы S после i -ого шага зависит только от предшествующего параметра x_{i-1} и от управления u_i на данном шаге. Целевая функция данной модели аддитивна, что обусловлено постановкой задачи. Таким образом, данная задача оптимизации распределения капитальных вложений в реконструкцию котельных в мини – ТЭЦ может быть решена методом динамического программирования.

Определение данных параметров модели составляет предварительный этап динамического программирования и ведётся от первого шага к последнему (прямой порядок).

Затем проводится условная оптимизация, которая заключается в вычислении уравнений Беллмана в обратном порядке:

$$F_{i-1} x_{i-1} = \max z_i x_{i-1}, u_i + F_i(x_i) \quad (i=n, n-1, \dots, 1) \quad (3)$$

5. Формируется оптимальный план вложения ограниченных инвестиций в реконструкцию котельных на базе когенерационных установок по критерию максимума чистого дисконтированного дохода с учётом системных эффектов.

Необходимо провести безусловную оптимизацию данной модели в прямом порядке: выявляется оптимальное значение задачи Z^* и выстраивается оптимальное управление ($u_1^*, u_2^*, u_3^*, \dots, u_n^*$) и оптимальная траектория капитальных вложений $x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*$.

$$F_n(x) = \max[g_n(x) + F_{n-1}(K-x)], \quad (4)$$

где K – капитальные вложения; n – количество котельных; $g_n(x)$ – чистый дисконтированный доход на n -мини – ТЭЦ при x капитальных вложениях из всего максимально возможных K инвестиций; $F_n(x)$ – чистый дисконтированный доход на n мини – ТЭЦ при распределении между ними K капитальных вложений.

При этом чистый дисконтированный доход мини – ТЭЦ должен учитывать системный эффект, получаемые от введения в региональные сети объекта МРЭ. Такими эффектами являются: повышение надёжности энергоснабжения потребителей, уменьшение потерь при передаче электроэнергии.

В случае реконструкции существующих котельных в мини-ТЭЦ достигается экономия капитальных вложений вследствие того, что рассматриваемые объекты располагают всей необходимой инфраструктурой. При этом в ряде случаев потребуется подведение от мини-ТЭЦ электрических и к мини – ТЭЦ газовых сетей, что повлечёт определённые дополнительные капитальные вложения. Определённые ограничения на установленную мощность мини – ТЭЦ накладывают экологические требования, связанные с близким расположением к потребителям.

Данный метод отбора котельных для реконструкции может использоваться в любом субъекте РФ для оптимизации программы развития энергетических систем региона, финансируемого из бюджетных средств. Учёт динамической модели отбора котельных для реконструкции в объекты МРЭ поможет достичь наиболее эффективного использования бюджетных средств, направляемых на развитие энергетики региона, более надёжное энерго – и теплоснабжение потребителей и при этом сдерживать рост тарифов на электро- и теплоэнергию, что в свою очередь имеет положительное экономическое и социальное значение для предприятий и населения данного субъекта РФ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Пивень И.Г. Государственно – частное партнёрство в стратегическом управлении социально – экономическим развитием региона // Научно – технические ведомости СПбГПУ. Серия «Экономические науки». 2014. №6.
2. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2009 года N 1221 «Об утверждении правил установления требований энергетической эффективности товаров, работ, услуг, размещения заказов на которые осуществляются для государственных или муниципальных нужд»
3. Плоткина У.И. Эффективность создания когенерационных установок с использованием механизмов государственно – частного партнёрства. Научно – Технические ведомости СПбГПУ Серия «Экономические науки». 2012. №6 (161).
4. Приказ Федеральной службы по тарифам от 6 августа 2004 г. N 20-э/2 «Об утверждении Методических указаний по расчёту регулируемых тарифов и цен на электрическую (тепловую) энергию на розничном (потребительском) рынке».
5. Беллман, Р. Динамическое программирование: Перевод с английского / Р. Беллман; Под ред. Н. Н. Воробьев. — М. : Иностран. лит., 1960. – 400 с.
6. Лежнёв А.В. Динамическое программирование в экономических задачах: учеб. пособие, - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 174 с.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ СИСТЕМ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

SOCIO-ECONOMIC CRITERIA FOR THE ASSESSMENT OF THE WASTE MANAGEMENT SYSTEMS

Аннотация. Современная система обращения с отходами, действующая на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области является неэффективной и требует серьёзной модернизации. В данной статье рассматриваются социально-экономические критерии и методология оценки систем обращения с отходами с целью выделения сильных и слабых сторон исследуемых систем для разработки последующих предложений по их улучшению.

Ключевые слова: твёрдые коммунальные отходы, системы обращения с отходами, устойчивое развитие.

Abstract. Current waste management system in St. Petersburg and Leningrad region, Russia is ineffective and requires modernisation. In this study the socio-economic criteria and the methodology for the assessment of the waste management systems is discussed. The result of such assessment is needed for the understanding of strengths and weaknesses of the waste management system and for the development of the proposals for its modernisation.

Keywords: municipal solid waste, waste management systems, sustainable development.

Введение

Одним из наиболее важных аспектов устойчивого развития территории является система обращения с твёрдыми коммунальными отходами (далее — СОО). СОО, построенная в соответствии с основными принципами устойчивого развития способна не только улучшить экологическую обстановку в регионе, но и благотворно влиять на социально-экономические аспекты жизни местного населения. Оценивая СОО, действующую в данном регионе, по выбранным критериям устойчивого развития можно дать заключение о её эффективности и выявить её слабые и сильные стороны. Целью данного исследования является выработка социально-экономических критериев оценки СОО для оценки и сравнения между собой СОО трансграничных регионов, находящихся на территории водосборного бассейна Финского залива (Санкт-Петербург, Ленинградская область, Финляндия, Эстония).

Методология оценки систем обращения с отходами

Процесс оценки систем обращения с отходами можно разделить на несколько ключевых этапов: выбор критериев оценки СОО; оценка систем обращения с отходами по выбранным критериям; получение интегрального значения оценки, учитывающего все оценки по выбранным критериям.

Критерии оценки системы обращения с отходами должны раскрывать её экономическую, социальную и экологическую эффективность (экологические критерии здесь рассматриваться не будут). Критерии могут быть как количественными, так и качественными. Для того, чтобы было удобнее сравнивать системы обращения с отходами в различных регионах, критерии следует нормализовать.

Оценка критериев производится путём присвоения численного значения количественным критериям на основании достоверных сведений или качественной характеристики качественным критериям – на основе экспертного мнения.

Количественные и качественные критерии необходимо интегрировать вместе для получения конечного значения – результата оценки, чтобы иметь возможности сравнения различных систем обращения с отходами между собой. Как отмечает Воег [1], в настоящее время отсутствует методология, позволяющая переводить социальные эффекты от использования той или иной системы управления с отходами в монетизированную форму (как например, экологический ущерб), а значит, некоторые критерии просто невозможно оценить количественно. Поэтому оценки и количественных, и качественных критериев следует переводить в балльные. Баллы присваиваются по шкале от 0 до 10 для количественных критериев и по шкале от 1 до 10 для качественных. Полученные балльные оценки, в свою очередь, необходимо скорректировать с учётом важности (вклада) того или иного фактора. Это можно сделать путём умножения балла на соответствующий коэффициент – коэффициент важности критерия (весовой коэффициент). В случае, когда критерий разбивается на несколько под-критериев, коэффициенты значимости под-критериев делятся на общее число под-критериев данного критерия. Процесс получения интегральной оценки наглядно иллюстрирует таблица 1.

Таблица 1.

Определение интегрального значения критериев оценки системы обращения с отходами

Критерий	Оценка критерия, С	Балльная оценка критерия, В (0-10)	Коэффициент значимости критерия, I (1-10)	Итоговая оценка (В*І)
K_1	x	5	3	15
K_2	y	3	10	30
...	...	...	...	...
K_n	z	8	1	9
ИТОГО ($\sum_{i=1}^n K_i$):				54

Социально-экономические факторы негативного воздействия системы обращения с отходами на окружающую среду

Социальными факторами воздействия системы управления отходами на окружающую среду в широком смысле является этическое поведение системы обращения с отходами в отношении общества [1, 2]. Можно выделить следующие аспекты социального воздействия системы обращения с отходами: *социальная приемлемость* (приемлемость системы управления отходами местным населением); *социальное равенство* (равномерное распределение благ и угроз, порождаемых системой обращения с отходами); *социальная функция* (блага, предоставляемые системой обращения с отходами).

К социальным факторам следует отнести: качество мест (объектов) сбора, переработки и размещения ТКО; отношение местного населения к существующей системе обращения с ТКО.

Экономические факторы отражают способность покрывать системы обращения с отходами окупать себя в долгосрочной перспективе. К экономическим факторам можно отнести: тарифы на услуги утилизации и захоронения ТКО; наличие (и доходность) системы раздельного сбора ТКО; степень переработки ТКО.

Влияние социально-экономических факторов на экологическую безопасность регионов при размещении твёрдых коммунальных отходов (ТКО).

К одному из самых важных социально-экономическим факторов прежде всего следует отнести *отношение населения к системе обращения с отходами*. Восприятие системы обращения с отходами со стороны населения крайне важно ввиду того, что готовность людей следовать установленным правилам не только предотвращает нанесения ущерба окружающей среде (например, возникновения несанкционированных свалок или попадания опасных отходов в контейнеры ТКО).

Наличие эффективной системы раздельного сбора ТКО является важным фактором воздействия системы обращения с отходами на ОС. Увеличение доли переработки ТКО снижает негативное воздействие на ОС. В государствах Евросоюза (в том числе в Финляндии и Эстонии) выполняется долгосрочная программа по снижению количества отходов, размещаемых на полигонах. На рис. 1 представлена динамика захоронения ТКО в Финляндии.

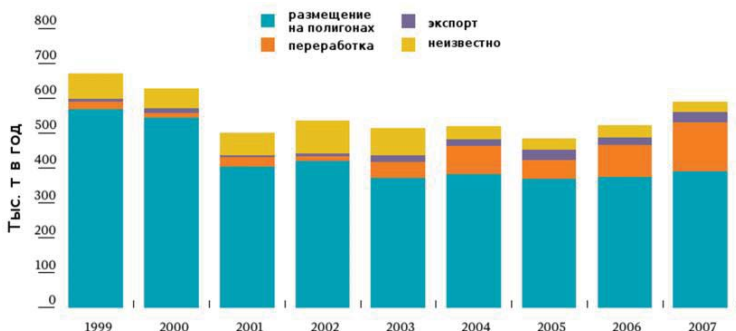


Рисунок 1. Динамика доли ТКО, захораниваемых на полигонах, доли сжигаемых отходов и тарифов на захоронение отходов в Финляндии [6]

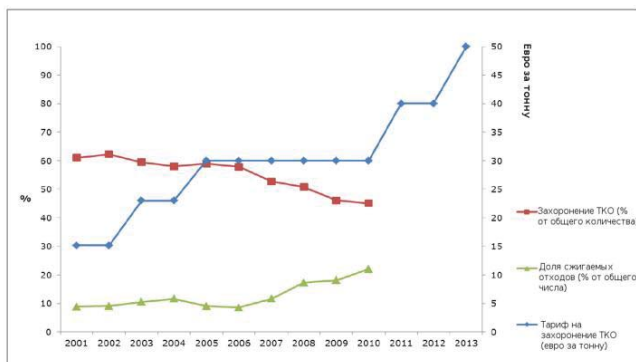


Рисунок 2. Динамика количества переработанных и захороненных отходов в Эстонии [5]

В настоящее время в Финляндии практикуется раздельный сбор ТКО по следующим типам: энергетические отходы (пластик и прочие горючие отходы — предназначены для инсenerации), отходы бумаги и картона, пищевые отходы, смешанные отходы, тара (собирается в фандоматах магазинов).

На рис. 2 представлена динамика количества захороненных и переработанных отходов в Эстонии. Заметно снижение доли захораниваемых отходов и увеличения доли перерабатываемых. В настоящее время в Эстонии практикуется раздельный сбор ТКО по следующим типам: пластиковая и картонная упаковка, бумага, смешанные отходы, тара (собирается при помощи фандоматов в супермаркетах). Примечательно, что при выявлении нарушений в при сборе отходов (попадание в контейнеры отходов, которых там быть не должно), штрафу подвергается весь дом, к которому приписан контейнер.

В Санкт-Петербурге немногочисленные контейнерные площадки, на которых производился раздельный сбор ТКО, использовались неэффективно:

контейнеры были подвержены вандализму, и использовались не по назначению (либо вообще не использовались). В настоящее время раздельный сбор ТКО на Российской территории бассейна балтийского моря не производится.

Немаловажным фактором является также и *качество мест сбора и захоронения (утилизации) отходов*. Шум и запах в местах сбора и захоронения отходов может оказать существенное влияние на качество жизни местного населения, а также свидетельствовать (в случае запаха с мест размещения отходов) о выбросах загрязняющих веществ. Запах с полигонов ТКО в России ощущается на довольно большом расстоянии от полигонов, в то время как запах от полигонов в Финляндии зачастую можно уловить только находясь в непосредственной близости от карты полигона. Это связано с тем, что на финских полигонах осуществляется контроль над выделением метана и его отбор.

Тарифы на вывоз и захоронение отходов оказывают значительное (косвенное) влияние на состояние окружающей среды. Как было показано корейскими исследователями [3], увеличение тарифов приводит к учащению случаев возникновения несанкционированных свалок, а в модели, созданной Рябовым [4], было показано, что снижение тарифов является наиболее действенным методом предотвращения возникновения свалок.

Исходя из вышеперечисленных факторов можно выделить следующие критерии оценки систем управления отходами: *удельный тариф на размещение/утилизацию отходов; мотивированность людей на раздельный сбор отходов; доля раздельно собираемого мусора в общем количестве ТКО; доля переработанных отходов от общего количества ТКО; приемлемость системы обращения со стороны местного населения; восприятие риска от мест размещения отходов местным населением; наличие несанкционированных свалок; качество мест сбора отходов (запах мест сбора отходов, внешний вид мест сбора отходов, шумовое воздействие мест сбора отходов); качество мест размещения/переработки отходов (запах мест размещения/переработки отходов; визуальный облик мест размещения/переработки отходов, удельная площадь занимаемая местами размещения/переработки отходов).*

Заключение

В данной статье были выделены социально-экономические критерии оценки систем обращения с твёрдыми коммунальными отходами. Эти критерии будут использованы нами для оценки систем обращения с отходами на последующих этапах исследования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. J. den Boer, E. den Boer, J. Jager LCA-IWM: A decision support tool for sustainability of waste management systems // Waste Management. 2007, №27, С. 1032–1045.
2. Janus T. Kirkeby, Harpa Birgisdottir, Trine Lund, HansenThomas, H. Christensen Environmental assessment of solid waste systems and technologies: EASEWASTE // Waste Managment & Research. 2006, №3 (24), С. 3-15.

3. Kim G.-S., Chang Y.-J. & Kelleher D. Unit pricing of municipal solid waste and illegal dumping: an empirical analysis of Korean experience // Environmental economics and policy studies. 2008, №9, С. 167-176.

4. Рябов Ю.В. Обоснование механизмов защиты земельных ресурсов от возникновения несанкционированных свалок // Региональные исследования. 2013, №1 (39), С. 49-56.

5. Estonian Environmental Review 2009 / Ed: Karmen Kaukver — Tallin: Estonian Environment Information Centre, 2010. —188 с.

6. European Environment Agency [Официальный сайт.]. URL: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps> (дата обращения: 03.06.2014)

УДК: 338.32

Л.Д. Хабачев

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА – ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ В НОВЫХ УСЛОВИЯХ

UTILITIES - PROBLEMS OF FUNCTIONING IN NEW CONDITIONS

Аннотация. Дана характеристика современной ситуации в электроэнергетике страны, сложившейся в результате реализации комплекса мероприятий по реформированию отрасли. Рассматриваются проблемы развития отрасли и отдельных ее секторов в условиях резкого изменения цен на энергоресурсы, существенного ограничения федерального и региональных бюджетов, замедления темпов развития экономики страны.

Ключевые слова: энергобаланс страны, развитие генерации и электросетевого комплекса, отраслевое управление.

Abstract. The current situation in the power sector of the country, created by the implementation of a package of measures to reform the industry characterized. The problems of development of the industry and its individual sectors in the sharp changes in prices for energy resources, a significant limitation of federal and regional budgets, slowing the economy reviewed.

Keywords: the energy balance of the country, the development of generation and transmission facilities, branch management.

К концу 2014 г. развитие и функционирование электроэнергетики характеризовалось:

- значительной избыточностью энергобаланса ЕЭС страны, как следствие диспропорции между темпами роста потребности в мощности и электроэнергии, значительными вводами новых генерирующих мощностей в рамках действующего на оптовом рынке механизма договоров предоставления мощности (ДПМ), отсутствия механизмов стимулирования генерирующих компаний по выводу из работы отработавшего срок службы оборудования;

- существенным приближением уровней цен и тарифов на электроэнергию к уровням европейских стран, и соответственно, со снижением конкурентоспособности промышленных предприятий, особенно энергоемких, на товарных рынках, в том числе вследствие значительных объемов перекрестного субсидирования в ценах и тарифах для населения и коммерческих и бюджетных потребителей;

- недостаточной эффективностью инвестиций в объекты электроэнергетики, связанной с низким уровнем вводимых производственных мощностей – в генерации в условиях избыточности энергобаланса, в электрических сетях вследствие массового завышения параметров вводимых электросетевых объектов и низким уровнем координации инвестиционной деятельности электросетевых компаний;

Новые условия функционирования электроэнергетики, связанные с резким ограничением поступления в бюджет страны от экспорта нефти и нефтепродуктов и с внешнеполитической ситуацией, характеризуются:

- существенными изменениями в ценах на энергоресурсы;
- замедлением темпов роста экономики и энергопотребления в стране.
- ограничениями на возможности бюджетной поддержки инвестиционных программ электроэнергетики;
- частичным снижением ценового «давления» электроэнергетики на отрасли экономики;

- необходимостью структурного перераспределения инвестиций между секторами электроэнергетики с учетом темпов и пропорций ввода и реконструкции производственных мощностей в генерации и электросетевом комплексе в 2009 – 2014 г.г..

В целом в новых условиях возникает необходимость реализации комплекса мероприятий и изменения нормативно-правового обеспечения и механизмов функционирования электроэнергетики для существенного повышения эффективности инвестиций в отрасль предстоящий период..

Одной из наиболее актуальных является проблема избыточности энергобаланса страны. Даже при высоком уровне резервирования в планируемом Системным оператором балансе мощности ЕЭС - более 20% от годового максимума нагрузки объем мощности, не отобранной на конкурентном рынке мощности (КОМ) на 2015 год составил почти 16 млн. кВт. Как следствие почти 12 млн. кВт неотобранных мощностей были отнесены к «вынужденной» генерации с оплатой этой мощности на оптовом рынке. Для части мощностей порядка 4 млн. кВт, в основном, на ТЭЦ с 30.06.2015 г. оплата мощностей решением Федеральной службы по тарифам, установлена на уровне конкурентной цены на мощность, определенной при проведении конкурса по отбору поставляемых мощностей на 2015 год и не обеспечивающей станциям полную компенсацию их эксплуатационных затрат на мощность.

В соответствии с действующими договорами предоставления мощности (ДПМ) и обязательствами генерирующих компаний по их выполнению ситуация с избыточностью энергобаланса ЕЭС страны будет сохраняться и даже усу-

губляться вплоть до 2020 года. В указанных условиях, поскольку цены и тарифы на электроэнергию для конечных потребителей уже включают инвестиционную составляющую на развитие генерации, представляется, что предпочтительным ликвидации избыточности энергобаланса ЕЭС является крупномасштабная модернизация устаревших мощностей с использованием современных технологий. Это требует значительных инвестиций в предстоящие годы, но обеспечивает сохранение развитого за последние годы энергомашиностроительного потенциала.

В то же время, в перспективе за 2030 годом, когда возможна стабилизация экономического положения в стране, рост энергопотребления и постепенная ликвидация избыточности энергобаланса ЕЭС, одной из важнейших задач отраслевого управления является создание экономических и нормативных механизмов стимулирования развития распределенной генерации путем обеспечения их выхода на розничные рынки при равноправной конкуренции с поставками мощности на оптовый рынок от крупных генерирующих источников, сооружение которых осуществляется по договорам предоставления мощности. Также эти механизмы должны учитывать системные эффекты малой генерации за счет разгрузки распределительных электрических сетей и общего повышения надежности работы ЭЭС.

Еще одна достаточно самостоятельная задача, тесно связанная с предстоящей реформой системы теплоснабжения – изменение существующих правил проведения конкурсов по отбору мощности на ОРЭМ, когда в связи с федеральными и региональными ограничениями на уровни цен на тепловую энергию, отпускаемую от ТЭЦ населению, в условиях избыточности энергобаланса ЕЭС ТЭЦ фактически вытесняются с рынка мощности. Решение данной задачи связано с жесткими политическими решениями либо по резкому ограничению объемов инвестиционных ресурсов в электроэнергетике либо рост тарифов на поставки теплоты населению, что более предпочтительно с позиций последующего развития отрасли и экономики страны (аналог – либерализация рынка электроэнергии)

Серьезные проблемы существуют и в отношении развития электросетевого комплекса, связанные с необходимостью опережающего по сравнению с инфляцией роста уровней тарифов на услуги по сетевым компаниям передаче электроэнергии для стабилизации финансового положения ряда крупных электросетевых компаний. Такое положение связано с недооценкой рисков регуляторных действий по согласованию в 2009 – 2012 г.г. крупномасштабных инвестиционных программ сетевых компаний в условиях возможного существенного изменения условий возврата привлеченных заемных средств, предусмотренных в ходе RAB – регулирования тарифов на услуги этих компаний.

Также на уровне Правительства РФ и регулирующих органов необходимы сложные решения по резкому ограничению категорий и числа потребителей, имеющих право на льготное присоединение к сетям, согласованию принципов формирования платы юридических лиц за присоединение к сетям с ре-

альными возможностями сетевых компаний по массовой реконструкции устаревших электрических сетей.

Наконец, в целом отчетливо видна необходимость совершенствования механизмов и нормативных основ отраслевого управления развитием и генерации и электрических сетей для повышения эффективности инвестиций в отрасль, реального достижения баланса экономических интересов электроэнергетики и потребителей электро и теплоэнергии, нарушенного в последнее пятилетие.

УДК 338.984

А.Д. Чернова

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ ЭЛЕКТРОСЕТЕВЫХ ОБЪЕКТОВ

FEATURES OF FORMATION OF ECONOMIC DECISION CRITERION FOR THE DEVELOPMENT OF ELECTRIC GRID FACILITIES

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема формирования экономического критерия принятия решения по строительству или реконструкции объектов электроэнергетики. Проанализированы существующие методы расчета: метод приведенных затрат и метод оценки вложений с учетом фактора времени, выявлены их недостатки и преимущества. На основе проведенного автором исследования определяются составляющие капитальных затрат, к которым относятся затраты на воздушные и кабельные линии, подстанции в случае строительства, а так же затраты на демонтаж оборудования и остаточная стоимость в случае реконструкции. В рамках работы автором получено итоговое выражение для определения экономического критерия, расчет которого предлагается производить по укрупненным стоимостным показателям.

Ключевые слова: критерии принятия решения, дисконтированные затраты, капитальные затраты в объекты электроэнергетики, затраты на демонтаж, остаточная стоимость оборудования.

Abstract. This article deals with the problem of formation of economic decision criterion for the construction or reconstruction of power facilities. Analyzed the existing methods of calculation: method of reduced costs and method of evaluation of investments, taking into account the time factor, identified their advantages and disadvantages. Based on the author of the study defined the components of capital expenditures, which include the cost of overhead and cable lines, substations, in the case of construction, as well as the costs of dismantling and the residual value in the case of reconstruction. As part of the author obtained the final expression for the economic criterion, the calculation of which it is proposed to make on the integrated value indicators.

Keywords: decision criteria, discounted costs, capital expenditures in the electric power facilities, the costs of dismantling, the residual value of the equipment.

Принятие решения по развитию электросетевых объектов должно осуществляться на основе технико-экономического обоснования с учетом требований норм технологического проектирования и охраны окружающей среды, особых географических и социальных условий.

При этом оценка предлагаемых проектов должна проводиться по определенной системе критериев, а принятое решение максимально удовлетворять им. Таким образом, возникает проблема формирования критериев, учитывающих основные показатели эффективности.

Рассмотрим особенности формирования экономического критерия при принятии решения по строительству или реконструкции электросетевых объектов.

До сих пор одним из основных факторов при сопоставлении вариантов является объем инвестиций, необходимый для строительства новых объектов или реконструкции существующих. Для оценки инвестиционных проектов как правило используется два метода: метод приведенных затрат и метод оценки вложений с учетом фактора времени [1].

Метод приведенных затрат учитывает ежегодные издержки а так же капитальные затраты, распределенные на определенное число лет реализации проекта. Это выражается в формуле минимизации годовых приведенных затрат:

$$Z_{пр} = E_n \cdot K + C_э + Y \rightarrow \min, \quad (1)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, установленный инвестором,%. В энергетике как правило равен 0,12-0,15;

K – единовременные капитальные вложения в проект;

$C_э$ – эксплуатационные затраты, учитывающие амортизационные отчисления, затраты на оплату труда, ремонт оборудования и строительной части, на страхование имущества и персонала, страховые взносы во внебюджетные фонды, затраты на оплату процентов по краткосрочным кредитам, стоимость потерь электроэнергии, общехозяйственные и прочие расходы;

Y – ущерб от перерыва в электроснабжении ответственных потребителей.

Смысл расчета приведенных затрат заключается в том, что бы определить оптимальное соотношение между капитальными затратами и текущими расходами: проект с наименьшими текущими затратами требует больших капитальных вложений, и наоборот.

Этот метод имеет следующие недостатки: показатель приведенных затрат не учитывает инфляцию, степень риска возможной безвозвратной потери капитала и ускорение оборачиваемости денежных средств.

Поэтому метод приведенных затрат на сегодняшний момент является устаревшим, и для выбора оптимального варианта в качестве одного из показателей используются суммарные дисконтированные затраты [2], представляющие собой сумму капиталовложений и издержек за срок службы объекта:

$$Z = \sum_{t=0}^{T_{расч}} (K_t + C_{эt} + Y_t) \cdot (1 + E_n)^{-t} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где Z – сумма дисконтированных затрат;

K_t – капитальные затраты в год t ;

$C_{\text{эт}} + Y_t$ – эксплуатационные издержки в год t ;

E_n – норма дисконта, принимаемая с учетом реального банковского процента рефинансирования, учитывающего инфляцию, риски и банковский процент на капитал;

t – текущие годы строительства и эксплуатации объекта;

$T_{\text{расч}}$ – срок службы объекта;

Фактор времени учитывается дисконтирующим множителем, который приводит более поздние инвестиции к начальному моменту их вложения.

Расчет капитальных затрат K для электросетевых объектов имеет определенные особенности. В результате анализа различных источников [3,4,5,6] автором предлагается использовать следующее выражение, учитывающее как капиталовложения при сооружении линий K_L и подстанций $K_{\text{ПС}}$, так и затраты на демонтаж $K_{\text{дем}}$ и остаточную стоимость демонтируемого оборудования $K_{\text{ост}}$ при реконструкции:

$$K = K_L + K_{\text{ПС}} + K_{\text{дем}} - K_{\text{ост}}, \quad (3)$$

Расчет капитальных вложений может производиться по сметным величинам, однако в настоящее время действует стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» «Укрупненные стоимостные показатели линий электропередачи и подстанций напряжением 35-1150 кВ» [3], содержащий данные, как для открытых, так и закрытых ПС, а так же расширенную номенклатуру оборудования.

Рассмотрим формирование капитальных затрат на сооружение воздушных $K_{\text{ВЛ}}$ и кабельных линий $K_{\text{КЛ}}$ на основании анализа таблиц, представленных в [3].

Укрупненные стоимостные показатели (УСП) составлены с учетом использования сталеалюминиевых проводов марки АС на стальных решетчатых и многогранных и железобетонных опорах.

В таблице 1 [3] приведены базисные показатели стоимости ВЛ на километр линии. Однако для получения полной стоимости ВЛ учитывают затраты, сопутствующие строительству, которые составляют от 21,4 % до 23,98%. В состав этих затрат входит сооружение временных зданий и сооружений, прочие работы и затраты; содержание службы заказчика-застройщика, строительный контроль; проектно-изыскательские работы, затраты на проведение экспертизы проектной документации и авторский надзор и непредвиденные затраты.

Условия окружающей среды так же влияют на условия строительства: применяются корректирующие коэффициенты при прокладке в горах, условиях городской застройки, болотистых трассах. Так же в случае прохождения трассы по лесу необходимо учесть затраты на вырубку и подготовку просеки, а так же устройство лежневых дорог по болотистым участкам (таблица 5 [3]).

Так же концевые устройства предусматривают установку по одному комплекту выключателей с каждой стороны ВЛ.

С учетом вышесказанного автором получена формула для расчета капитальных затрат для ВЛ:

$$K_{ВЛ} = k_{иц} \cdot (L_{ВЛ} \cdot C_{ВЛ} + L_{пр} \cdot C_{пр} + L_{лд} \cdot C_{лд} + N_{в} \cdot C_{в}) \cdot (k_{доп.затрКЛ} + k_{окр.ср}), \quad (4)$$

где $k_{иц}$ - индекс пересчета стоимости в текущий (прогнозный) уровень цен для конкретного региона;

$L_{ВЛ}$ - длина трассы ВЛ, км;

$L_{пр}$ - длина просеки, км

$L_{лд}$ - длина лежневой дороги по болотистым участкам трассы, км;

$N_{в}$ - число ячеек комплектов выключателей с каждой стороны ВЛ;

$C_{ВЛ}$ - базисный показатель стоимости ВЛ, тыс.руб./шт;

$C_{пр}$ - стоимости вырубki и подготовки просеки, тыс.руб./км;

$C_{лд}$ - стоимость устройства лежневых дорог, тыс.руб./км;

$C_{в}$ - стоимость ячейки одного комплекта выключателя, тыс. руб / км. В стоимость входят выключатель, разъединитель, измерительные трансформаторы, панели управления и РЗА, кабельное хозяйство. Так же в стоимости учтены монтажные и строительные работы.

$k_{доп.затр}$ - дополнительные затраты, описанные выше, принимают значения в пределах 21,4 % - 23,98%;

$k_{окр.ср}$ - коэффициент для учета усложняющих условий строительства.

Основные капитальные затраты на прокладку кабельных линий состоят из проектирования и оформления КЛ, стоимости самого кабеля, подготовки трассы, строительно-монтажных работ. Дополнительно учитывается стоимость сооружения коллектора и переключательного пункта при прокладке КЛ в центральных районах городов. Учитывая эти зависимости, получаем:

$$K_{КЛ} = k_{иц} \cdot (L_{КЛ} \cdot C_{КЛ} + L_{кол} \cdot C_{кол} + N_{пп} \cdot C_{пп}), \quad (5)$$

где $L_{КЛ}$ -длина трассы КЛ, км;

$L_{кол}$ - длина коллектора, км;

$N_{пп}$ - число переключательных пунктов;

$C_{КЛ}$ - базисный показатель стоимости КЛ, тыс.руб./км;

$C_{кол}$ - базисная удельная стоимость коллектора, тыс.руб./км;

$C_{пп}$ - стоимость переключательного пункта, тыс.руб.

Расчет капитальных затрат по подстанциям может вестись по УСП для подстанций в целом или по отдельным элементам, но второй вариант расчета позволяет учесть разные варианты компоновок, материалов и состава оборудования.

К основному оборудованию в этом случае относятся распределительные устройства и отдельные ячейки выключателей; трансформаторы; компенсирующие и регулирующие устройства; постоянная часть затрат; и противоаварийная автоматика. В стоимость основного оборудования включена стоимость кабельного хозяйства в пределах ячеек и до панелей, панели управления и РЗА, материалов, строительных и монтажных работ.

Постоянная часть затрат содержит затраты на подготовку территории, общеподстанционного пункта управления, собственные нужды подстанции с

системой оперативного тока, водоснабжение и водоотведение, подъездные дороги, освещение и ограждение.

Затраты на организацию противоаварийной автоматики учитываются при сооружении подстанций напряжением 220 кВ и выше, при напряжении 35-110 кВ они незначительны.

Так же как и в случае расчета капитальных затрат для сооружения ВЛ, необходимо учесть затраты сопутствующие строительству. Для ПС они составляют от 20,1% до 22,68% от суммы стоимостных показателей основных элементов.

$$K_{\text{ПС}} = k_{\text{иц}} \cdot k_{\text{доп.затрПС}} \cdot (N_{\text{В}} \cdot C_{\text{В}} + N_{\text{тр}} \cdot C_{\text{тр}} + N_{\text{ку}} \cdot C_{\text{ку}} + N_{\text{ру}} \cdot C_{\text{ру}} + C_{\text{пост}} + C_{\text{авт}}), \quad (6)$$

где $N_{\text{тр}}$ - число ячеек трансформаторов;

$N_{\text{ку}}$ - число компенсирующих устройств (синхронных и асинхронизированных компенсаторов, статических тиристорных компенсаторов);

$N_{\text{ру}}$ - число шунтирующих и токоограничивающих реакторов, шунтовых конденсаторных батарей, вакуумно-реакторных групп;

$C_{\text{тр}}$ - стоимость ячейки, тыс.руб./шт;

$C_{\text{ку}}$ - стоимость компенсирующих устройств, тыс.руб./шт;

$C_{\text{ру}}$ - стоимость регулирующих устройств, тыс.руб./шт;

$C_{\text{пост}}$ - стоимость постоянной части затрат,

$C_{\text{авт}}$ - стоимость противоаварийной автоматики;

$k_{\text{доп.затр}}$ - дополнительные затраты.

При техперевооружении или расширении действующих объектов рассчитывается стоимость демонтажа, которая зависит от характеристики оборудования, стоимости монтажных работ, а так же от последующего использования демонтируемого оборудования. При дальнейшем использовании и консервации стоимость демонтажа самая высокая, а при переработке на лом - самая низкая.

$$K_{\text{дем}} = k_{\text{иц}} \cdot (N_{\text{дем.В}} \cdot C_{\text{дем.В}} + N_{\text{дем.тр}} \cdot C_{\text{дем.тр}} + m_{\text{к}} \cdot C_{\text{дем.к}} + v_{\text{жб}} \cdot C_{\text{дем.жб}} + m_{\text{ст}} \cdot C_{\text{дем.ст}} + L_{\text{пр}} \cdot C_{\text{дем.пр}}), \quad (7)$$

где $C_{\text{дем.В}}$ - стоимость демонтажа выключателей, тыс.руб./шт;

$C_{\text{дем.тр}}$ - стоимость демонтажа трансформаторов, тыс.руб./шт;

$C_{\text{дем.к}}$ - стоимость демонтажа металлических конструкций под оборудование, тыс.руб./т;

$C_{\text{дем.жб}}$ - стоимость демонтажа железобетонных опор, тыс.руб./м³;

$C_{\text{дем.ст}}$ - стоимость демонтажа стальных опор, тыс.руб./т;

$C_{\text{дем.пр}}$ - стоимость демонтажа проводов и грозозащитных тросов, тыс.руб./км;

$N_{\text{дем.В}}$, $N_{\text{дем.тр}}$ - число демонтируемых выключателей, трансформаторов, шт;

$m_{\text{к}}$ - масса металлических конструкций под оборудование, т;

$v_{\text{жб}}$ - объем железобетонных опор, м³;

$m_{\text{ст}}$ - масса стальных опор, т;

$L_{\text{пр}}$ – длина линии, км.

Остаточная стоимость рассчитывается для оборудования, не отработавшего нормативного срока службы и выбывшего на t -ом году [4]:

$$K_{\text{ост}} = K_{\text{дем.об}} \left(1 - \frac{a_p t}{100}\right), \quad (8)$$

где $K_{\text{дем.об}}$ – первоначальная стоимость демонтируемого оборудования, принимается по действующим ценам;

a_p – норма амортизационных отчислений на реновацию;

t – продолжительность эксплуатации оборудования до его демонтажа, лет.

При выполнении технико-экономического сравнения эксплуатационные затраты могут определяться несколькими основными показателями [4]:

$$C_3 = a_{\text{обсл}} \cdot K_{\text{об}} + C_{\text{п}}, \quad (9)$$

где a – норма отчислений от капитальных вложений на текущий ремонт и обслуживание,

$K_{\text{об}}$ – суммарные капитальные затраты на линии и подстанции;

$C_{\text{п}}$ – затраты на возмещение потерь.

Срок эксплуатации основного оборудования составляет 15-20 лет, при этом срок строительства объекта 35-110 кВ как правило составляет не более 3-5 лет [7]. С учетом этого, в рамках работы автором получено итоговое выражение для определения экономического критерия:

$$Z = \sum_{t=0}^3 (K_{\text{лт}} + K_{\text{пст}} + K_{\text{депт}} - K_{\text{остт}}) \cdot (1 + E_n)^{-t} + \sum_{t=3}^{15} (a_{\text{обсл}} \cdot (K_{\text{влс}} + K_{\text{клс}} + K_{\text{пс}}) + C_{\text{пт}} + Y_t) \cdot (1 + E_n)^{-t}, \quad (10)$$

Полученная формула позволяет оценить объем инвестиций, требуемый для реализации проекта, а так же сравнить и выбрать из вариантов конструктивного исполнения оптимальный по экономическому критерию. Данное выражение может быть использовано для оценки как проектов по строительству новых подстанций или линий, так и для оценки проектов по их реконструкции.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Справочник по проектированию электрических сетей /под ред. Д. Л. Файбисовича. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : ЭНАС, 2012. – 376 с. : ил.
2. Экономическое обоснование эффективности инвестиционных проектов схем электроснабжения: методические указания / Н.Ф. Кравченко. –Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009. – 122 с.
3. СТО 56947007-29.240.124-2012 «Сборник «Укрупненные стоимостные показатели линий электропередачи и подстанций напряжением 35-1150 кВ» 324 тм - т1 для электросетевых объектов», ОАО «ФСК ЕЭС».
4. СТО 56947007-29.240.35.146-2013 «Правила проведения расчетов затрат на строительство подстанций с применением КРУЭ», ОАО «ФСК ЕЭС».
5. СТО 56947007-29.240.10.028-2009 «Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС)», ОАО «ФСК ЕЭС».

6. СТО 56947007-29.240.55.016-2008 «Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35-750 кВ», ОАО «ФСК ЕЭС».

7. СТО 56947007- 29.240.121-2012 «Сроки работ по проектированию, строительству и реконструкции подстанций и линий электропередачи 35-1150 кВ», ОАО «ФСК ЕЭС».

УДК: 620.9

Н.Т. Амосов, Е.Ю. Попова

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОКРЫТИЯ
СОБСТВЕННЫХ НУЖД ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ**

**THE UTILIZATION OF COGENERATION UNITS FOR COVERING THE
AUXILIARIES OF THE HEATING BOILER PLANTS**

Аннотация. Величина потребляемой электрической энергии отопительными котельными для собственных нужд, оказывает значительное влияние не только на себестоимость произведенной тепловой энергии, но и надежность работы котельной. Удельные расходы электроэнергии на выработку и транспорт теплоты достигают (15-17) кВт/МВт. В последнее время все больше внимания уделяется автономным когенерационным источникам электрической и тепловой энергии. Однако, подобные установки возможно использовать не только в качестве автономных источников энергии, но и в качестве источников электрической энергии для покрытия собственных нужд для отопительных котельных. Анализ тепловых балансов и технико-экономических характеристик показал, что наиболее предпочтительным вариантом для обеспечения собственных нужд, может быть вариант использования газопоршневых установок.

Ключевые слова: когенерация, отопительная котельная, собственные нужды, газопоршневая установка, тепловой баланс, тепловая энергия, электрическая энергия.

Abstract. The volume of electric power consumed as the auxiliaries of the heating boiler plants influences significantly both the cost of produced thermal energy and the operational reliability of boiler plant itself. Specific consumption of electric power for heat production and transfer could reach (15-17) kW/MW. Recently the autonomous cogenerative sources of electric power and thermal energy attract more and more attention and interest. However these units could be utilized not onle as autonomous energy sources, but also as electric power sources for covering the auxiliaries of the heating boiler plants. The analysis of the thermal balances and technical and economic parameters has demonstrated, that the most preferable way to cover the auxiliaries could be the choice of the utilization of the gas reciprocating units.

Keywords: cogeneration, heating boiler plant, auxiliaries, gas reciprocating unit, thermal balance, thermal energy, electric power.

В последнее время все больше внимания уделяется автономным когенерационным источникам электрической и тепловой энергии. Достоинством которых являются:

- мобильность;
- высокая надежность;
- легкость монтажа;
- низкая себестоимость произведенной энергии;
- простота обслуживания;
- низкий штатный коэффициент;
- высокая экологическая безопасность;
- отсутствие необходимости строительства высоковольтных ЛЭП;
- отсутствие необходимости сооружения электроподстанций;
- и т.д.

В качестве тепловых двигателей для таких источников электрической и тепловой энергии могут использоваться: газотурбинные установки (ГТУ) малой мощности с котлами-утилизаторами, паротурбинные установки (ПТУ) малой мощности, паровинтовые машины (ПВМ), газопоршневые электрические станции (ГПЭС).

Электрическая энергия производится этими установками за счет преобразования энергии топлива в механическую энергию с последующей передачей механической энергии к электрическим генераторам. Тепловая энергия на ГТУ и ГПЭС производится за счёт утилизации вторичных тепловых энергетических ресурсов (ВТЭР), сопутствующих работе установки. В качестве ВТЭР возможно использовать теплоту уходящих газов, теплоту охлаждающей жидкости и теплоту системы смазки (рис. 1).

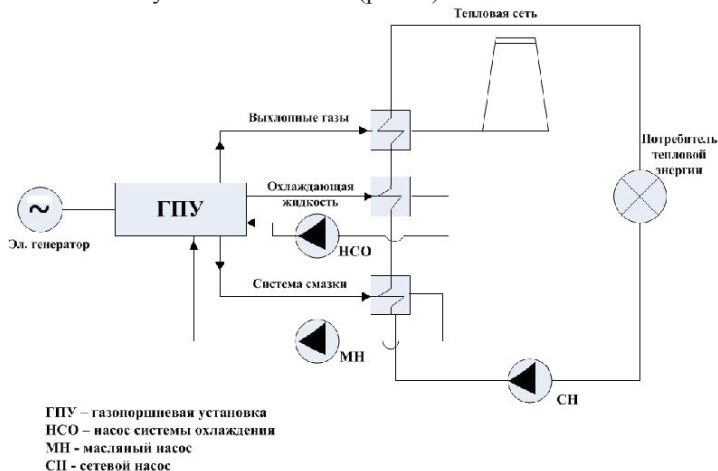


Рисунок 1. Схема утилизации ВТЭР для газопоршневой электростанции

Однако, подобные установки возможно использовать не только в качестве автономных источников энергии, но и в качестве источников электрической энергии для покрытия собственных нужд на отопительных котельных.

Расчетная тепловая нагрузка отопительных котельных малой мощности находится в диапазоне (0,5-58,0) МВт. Мощность крупных котельных может достигать 1500 МВт. При этом удельные расходы электроэнергии на выработку и транспортирование тепла составляет (15-17) кВт/МВт (табл. 1). В зависимости от мощности котельной расходы электроэнергии на выработку и транспорт теплоты могут доходить до 20 МВт и выше. Затраты на покупку таких объемов на рынке электроэнергии оказывают существенное влияние на себестоимость произведенной продукции.

Таблица 1.

Расход электроэнергии на собственные нужды котельных малой мощности

Расчетная тепловая нагрузка отопительных котельных малой мощности, МВт(Гкал/ч)	Удельные расходы электроэнергии на выработку и транспорт теплоты, кВт/МВт(кВт*ч/Гкал)
До 0,58 (До 0,5)	17,2 (20)
0,59-1,16 (0,51-1,0)	17,2 (20)
1,17-2,33 (1,01-2,0)	16,3 (19)
2,34-3,49 (2,01-3,0)	15,5 (18)
3,50-5,82 (3,01- 5,0)	15,5 (18)
5,83-11,63 (5,01-10,0)	15,5 (18)
11,64-58,2 (10,01-50,0)	15,5 (18)

Анализ технико-экономических характеристик и указанных выше факторов показал, что наиболее предпочтительным вариантом для обеспечения собственных нужд отопительных котельных, может быть вариант использования ГПЭС.

Для газотурбинной установки максимальный электрический КПД составляет 38 % при номинальной нагрузке. Для газопоршневой установки максимальный электрический КПД составляет 40 % при номинальной нагрузке. При снижении нагрузки до 50%, электрический КПД газотурбинной установки уменьшается почти в 3 раза, а электрический КПД газопоршневой установки практически остается без изменения.

Себестоимость электроэнергии произведенной на ГПЭС в зависимости от стоимости природного газа составляет порядка 0,80 (руб/кВт*ч), что примерно в (3-4) раза ниже покупной электроэнергии.

Оценку эффективности преобразования энергии топлива в электрическую и тепловую энергию при работе ГПЭС можно сделать при анализе тепловых балансов.

Тепловой баланс составляется на 1 кг жидкого топлива или на 1 м³ газообразного топлива.

Расходная часть теплового баланса, $Q_{расх}$ включает:

- полезно использованная теплота топлива - Q_1 ;
- потеря теплоты топлива с уходящими выхлопными газами - Q_2 ;
- потеря теплоты от химической неполноты сгорания топлива - Q_3 ;
- потеря теплоты топлива в окружающую среду - Q_4 ;
- потеря теплоты топлива в системе охлаждения двигателя - Q_5 ;
- потеря теплоты топлива в системе смазки двигателя - Q_6 ;
- потеря теплоты топлива на преобразование в механическую энергию - Q_7 ;
- потеря теплоты топлива на преобразование в электрическую энергию - Q_8 .

Следовательно,

$$Q_{расх} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8 \quad (1)$$

Из этого уравнения следует,

$$Q_1 = Q_{расх} - Q_2 - Q_3 - Q_4 - Q_5 - Q_6 - Q_7 - Q_8 \quad (2).$$

Разделив каждый член уравнения (6.4) на величину низшей рабочей теплотворной способности топлива Q_H^P получим уравнение теплового баланса в виде:

$$\frac{Q_1}{Q_H^P} = \frac{Q_{расх}}{Q_H^P} - \frac{Q_2}{Q_H^P} - \frac{Q_3}{Q_H^P} - \frac{Q_4}{Q_H^P} - \frac{Q_5}{Q_H^P} - \frac{Q_6}{Q_H^P} - \frac{Q_7}{Q_H^P} - \frac{Q_8}{Q_H^P} \quad (3).$$

Или

$$\frac{Q_1}{Q_H^P} = 1 - \frac{Q_2}{Q_H^P} - \frac{Q_3}{Q_H^P} - \frac{Q_4}{Q_H^P} - \frac{Q_5}{Q_H^P} - \frac{Q_6}{Q_H^P} - \frac{Q_7}{Q_H^P} - \frac{Q_8}{Q_H^P} \quad (4)$$

Учитывая, что величина коэффициента полезного действия ГПЭС определяется по формуле:

$$\eta_{ГПЭС} = \frac{Q_1}{Q_H^P} \quad (5)$$

Если в уравнение теплового баланса (4) поставить выражение (5) и умножить на 100 %, то получим формулу для расчета коэффициента полезного действия ГПУ, %,

$$\eta_{ГПЭС} = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8) \quad (6).$$

Относительные потери тепловой энергии топлива в процессе выработки электрической энергии находятся в следующем диапазоне: $q_2 \approx (30 - 40)\%$;

$q_3 \approx (0,5-1,0)\%$; $q_4 \approx (1-2)\%$; $q_5 \approx (10-15)\%$; $q_6 \approx (2-5)\%$; $q_7 \approx (2-3)\%$; $q_8 \approx (1-2)\%$. Суммарные потери тепловой энергии топлива могут достигать (60-65)%.

Следовательно, при работе ГПЭС по электрическому циклу, т. е. без утилизации ВТЭР, КПД установки не превышает 40%. При работе ГПЭС по когенерационному циклу, т. е. с утилизацией ВТЭР, электрический КПД установки находится в диапазоне (35-40)%, а тепловой КПД установки составляет (45-50)%. При работе ГПЭС по когенерационному циклу общий КПД находится в диапазоне (80-90)%.

Возможность выработки электрической и тепловой энергии для ГПЭС мощностью от 400 кВт до 2000 кВт при работе по когенерационному циклу представлена на рис. 2.

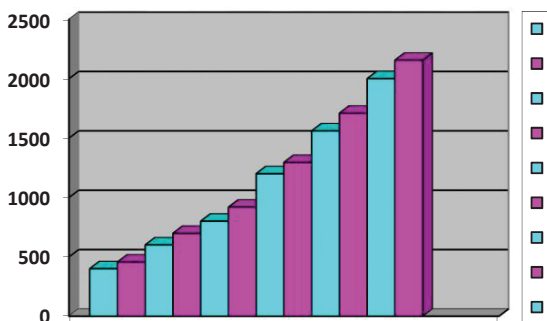


Рисунок 2. Электрическая и тепловая мощность ГПЭС при работе по когенерационному циклу (кВт/кВт). Расход газа (100-485) м³/час

При сравнении вариантов применения когенерационных установок на базе газотурбинных установок и газопоршневых установок для покрытия собственных нужд отопительными котельными кроме коэффициента полезного действия необходимо учитывать и следующие эксплуатационные факторы:

- время от начала запуска до подхвата нагрузки составляет у газовой турбины (15-17) минут, для газопоршневого двигателя (2-3) минуты;
- количество пусков газопоршневого двигателя не оказывает влияние на моторесурс, для газовой турбины 100 пусков уменьшают моторесурс примерно на 500 часов;
- давление подачи газа для газопоршневого двигателя составляет 0,4 МПа, для газовой турбины давление подачи газа (1,0- 0,6) МПа;
- наработка до капитального ремонта для газовой турбины составляет (20-30) тыс. часов. Для газопоршневого двигателя ресурс до капитального ремонта составляет 60 тыс. часов.
- удельные капиталовложения при строительстве когенерационных установок на базе газопоршневых двигателей значительно ниже, чем для вари-

анта на базе газотурбинных установок, особенно для установок мощностью до 30 МВт.

В передовых европейских странах (Финляндия, Дания, Нидерланды) производству электрической и тепловой энергии на базе когенерационного цикла уделяется очень серьезное внимание. Германия, Франция, Великобритания, Италия планируют к 2030 году увеличить долю выработки электроэнергии за счет когенерации с 16% до 30%, что позволит удвоить экономию топлива. Анализ вышеизложенных факторов убедительно показывает широкие возможности использования газопоршневых установок для покрытия собственных нужд на отопительных котельных РФ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Быстрицкий Г.Ф., Бородин Е.А., Завьялова О.С. Автономные электрогенераторные установки когенерационного типа для предприятий и организаций // Главный энергетик. - 2014. - №7. – С. 12-23.
2. Длугосельский В.И., Зубков А.С. Эффективность использования в теплофикации газотурбинных и парогазовых технологий // Теплоэнергетика. - №12. – 2000. – С. 3-6.
3. Амосов Н.Т. Теплофикация и теплоснабжение: Учебное пособие. – СПб.: Издательство политехнического университета, 2010. – 236 с.
4. Газопоршневые электростанции. ООО «МАН Дизель и Турбо РУС»

УДК: 338.28

М.И. Гринман, С.А. Тарасов, В.А. Фомин

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НИЗКОКИПЯЩИХ РАБОЧИХ ТЕЛ

THE RESEARCH OF CHARACTERISTICS OF SMALL-CAPACITY POWER INSTALLATION WITH LOW-BOILING FLUIDS

Аннотация. В настоящее время потребление энергии в мире растет значительными темпами. Большую ее часть составляет тепловая энергия, получаемая при сжигании различных топлив – углеводородных, биотоплив, а так же при использовании геотермальной энергии. Не стоит забывать и о тепловой энергии, используемой в крупных производственных установках – в металлургии и химической промышленности. Остаточная доля этой энергии может быть использована для когенерации, в то время как зачастую она выбрасывается в огромных количествах в окружающую среду вместе с продуктами сгорания и охлаждающей жидкостью.

Ключевые слова: органический цикл Ранкина, альтернативная энергетика, утилизация отходов тепла.

Abstract. At the present time world's energy consumption rapidly increases. Most part of this energy is thermal energy, generated by burning fossil fuels, biomass and also geothermal energy. The huge part of this energy can be used for co-generation, while it is often wasted in environment. To solve the abovementioned problem the organic Rankine cycle (ORC) is used. It's main advantage is utilization of low-boiling fluids. This allows to use the ORC with low temperature heat sources. This paper examines characteristics of small-capacity power installation with ORC-module, based on a backpressure steam turbine exhaust.

Keywords: organic Rankine cycle, alternative power engineering, waste heat utilization.

Все чаще в мировой практике для утилизации остаточной тепловой энергии применяется органический цикл Ренкина (Organic Rankine Cycle), ОЦР. Его особенностью является применение низкокипящих рабочих тел (НРТ) с более низкой, чем у воды, температурой кипения [1,2]. Благодаря этому ОРЦ можно применять при низких температурах источника тепла (100-350 °С). В настоящей статье исследованы характеристики энергетической установки малой мощности, использующей ОЦР для утилизации теплоты водяного пара на выходе паровой турбины противодавленческого типа (турбина типа Р).

Впервые промышленные образцы утилизационных установок (малой мощности) основанные на органическом цикле Ренкина (ORC) появились в 80-е годы. В настоящее время, зарубежными фирмами разработан целый ряд агрегатов на различных низкокипящих теплоносителях (пентан, бутан, R-134a, R-245fa, R-22, MDM и т.д.), том числе для геотермальных станций и установок, работающих на биотопливе, автомобильных и судовых дизелях, а также ГПМ (газопоршневых машинах). Наиболее известны такие фирмы как ORMAT® ENERGY CONVERTER (OEC), INFINITY LLC, CAPSTONE, ADORATES, UTS, TECOGEN, ABB, WOW, TURBODEN и др. Так, итальянская компания TURBODEN только в Европе установила 155 блоков мощностью 0,5-3,0 МВт. В геотермальной энергетике лидером является фирма ORMAT. Из энергетических установок наибольшего внимания заслуживают установки ORegen и CCLC WOW Energy, использующие в качестве рабочих тел циклопентан и пропан соответственно.

Тепловая схема исследуемой установки состоит из двух контуров: парового контура и НРТ-контура. НРТ-контур в качестве греющего теплоносителя использует пар на выходе из паровой турбины типа Р.

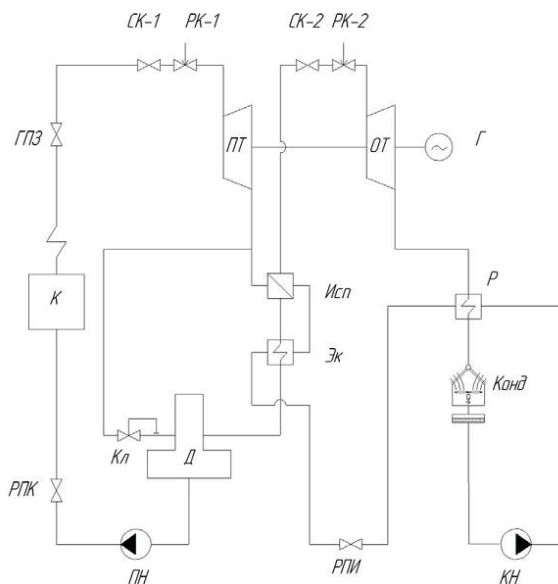


Рисунок 1. Принципиальная тепловая схема установки:

К – котел-утилизатор; СК-1, РК-1 – стопорный и регулирующий клапаны парового контура; СК, РК-2 – то же в НРТ-контуре; ПТ – паровая турбина с противодавлением; ОТ – турбина, работающая на НРТ; Г – генератор; Исп – испаритель НРТ; Эк – экономайзер НРТ;

Р – рекуператор; Конд – конденсатор НРТ; Д – деаэратор; ПН – питательный насос; КН – насос конденсата НРТ; ГПЗ – главная паровая задвижка; КЛ – регулирующий клапан деаэратора; РПК – регулятор питания котла; РПИ – регулятор питания испарителя.

Принцип действия установки. Водяной пар из котла-утилизатора подается в паровую турбину. После турбины отработанный пар поступает в испаритель, конденсируется, и конденсат направляется в экономайзер. При этом часть пара отбирается для нужд деаэрации. В экономайзере производится предварительный подогрев НРТ. В испарителе пар отдает часть своей теплоты низкокипящему рабочему телу, нагревая и испаряя его. Конденсат после экономайзера поступает в деаэратор, и после него питательная вода подается питательным насосом в котел-утилизатор. Цикл водяного пара замыкается.

Пар низкокипящего рабочего тела после испарителя поступает в НРТ-турбину. Совершив работу в турбине, пар низкокипящего рабочего тела направляется в рекуператор, где охлаждается. Затем насыщенный пар НРТ конденсируется, а образовавшийся конденсат для подогрева подается конденсатным насосом в рекуператор и далее – в экономайзер.

Методика расчета установки с НРТ-контуром состоит из следующих этапов:

1. На основании заданных значений давления и температуры свежего пара производится расчет парового контура, в результате определяется мощность паровой турбины и давление пара на её выходе;

2. В зависимости от предполагаемого места строительства установки, пожеланий заказчика, а также параметров пара за турбиной Р выбирается тип рабочего тела для НРТ-контура;

3. Задаётся температурный напор в испарителе, равный разности температур насыщения водяного пара и пара НРТ; в результате определяется температура насыщения пара НРТ и соответствующее ей давление пара в НРТ-контуре;

4. По результатам решения уравнений теплового баланса испарителя и экономайзера определяется расход пара НРТ, генерируемого в испарителе;

5. Задаётся давление пара НРТ в конденсаторе и определяется мощность турбины НРТ;

6. Производится расчет рекуператора и воздушного конденсатора;

Расчет энергетических характеристик вышеописанной установки произведён при использовании в ней следующих низкокипящих рабочих тел: изобутан, бутан, пентан и изопентан. Эти НРТ наиболее часто применяются в малой энергетике и имеют низкую стоимость.

При расчётах Параметры водяного пара за котлом:

- давление $p_{СК} = 20$ бар;
- температура $T_{СК} = 350$ °C;
- расход пара – 42,6 т/ч.

Параметры пара за паровой турбиной:

- давление $p_2 = 1,5$ бар;
- температура $T_2 = 120$ °C
- мощность паровой турбины $N_T = 813,3$ кВт.

Результаты расчета установки, состоящей из паровой турбины и НРТ-контура представлены в таблице 1 и на рисунках 2,3,4. Расчет термодинамических свойств НРТ производился с помощью программы FluidProp.

Таблица 1

Результаты расчета характеристик установки с различными НРТ

	Р _{исп} бар	N _{уст} кВт	η _{уст} -
изобутан	18,1	1334,41	0,222
бутан	13,8	1375,89	0,229
изопентан	6,3	1342,23	0,224
пентан	5,25	1251,81	0,209

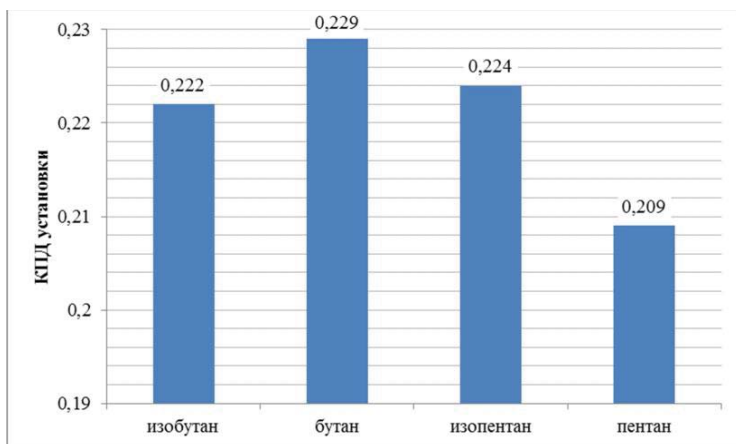


Рисунок 2. КПД (нетто) установки при использовании разных НРТ

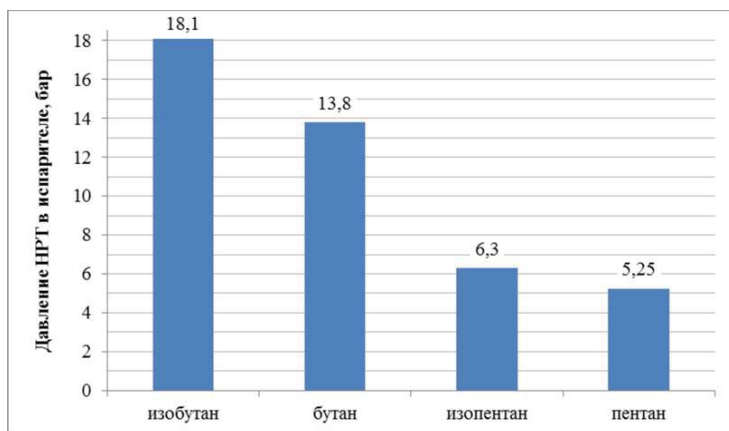


Рисунок 3. Оптимальное давление в испарителе установки при использовании разных НРТ

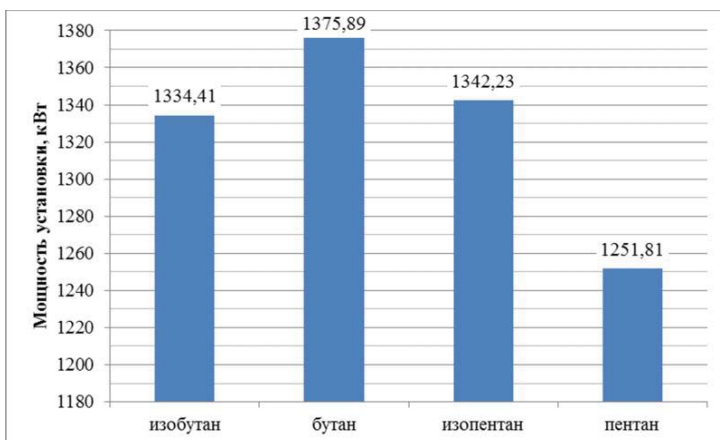


Рисунок 4. Электрическая мощность (нетто) установки при использовании разных типов НРТ

Подробные характеристики установки приведены в таблице 2.

Таблица 2

Подробные характеристики установки, использующей в качестве НРТ бутан

Наименование величины	Условное обозначение	Ед. изм.	Значение
Пароводяной контур			
Давление свежего пара	$p_{СК}$	бар	20
Температура свежего пара	$T_{СК}$	$^{\circ}C$	350
Давление пара за турбиной	p_2	бар	1,5
Температура пара за турбиной	T_2	$^{\circ}C$	120,1
Температура конденсации пара	T_k	$^{\circ}C$	109,8
Расход пара	G_0	т/ч	8
Мощность паровой турбины	$N_{ПТ}$	кВт	813,3
НРТ-контур (бутан)			
Давление свежего пара НРТ	$p_{СК}$	бар	13,8
Температура свежего пара НРТ	$T_{СК}$	$^{\circ}C$	94,4

Наименование величины	Условное обозначение	Ед. изм.	Значение
Давление пара НРТ за турбиной	p_2	бар	3,08
Температура пара НРТ за турбиной	T_2	°C	40,12
Температура насыщения НРТ	T_k	°C	94,3
Расход пара	$G_{НРТ}$	т/ч	38,6
Мощность НРТ турбины	N_{OT}	кВт	648,4
Показатели установки			
Мощность брутто	$N_{бр}$	кВт	1461,7
Мощность нетто	N_n	кВт	1375,9
КПД установки	$\eta_{уст}$	-	0,229

Выводы

1. Как видно из представленных графиков, при использовании ОРЦ мощность комбинированной установки возрастает примерно в 1,7 раза по сравнению с мощностью автономно работающей турбины Р, пар из которой направляется тепловому потребителю.

2. Применение бутана в качестве теплоносителя и рабочего тела при заданных параметрах водяного пара за турбиной Р обеспечивает в установке наибольший КПД и электрическую мощность.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Готовский М.А., Гринман М.И., Фомин В.А., Арефьев В.К., Григорьев А.А. Использование комбинированного пароводяного и органического циклов Ренкина для повышения экономичности ГТУ и ДВС. Теплоэнергетика, №3, 2012, с.1-6.

2. Белов Г. В., Дорохова М. А. Органический цикл Ренкина и его применение в альтернативной энергетике, 2014.

УДК: 536.2

Э.Р. Зайнуллина, А.Ю. Бабич, А.В. Башкатов, А.С. Косолапов,
В.В.Сероштанов, А.В.Митяков

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ МЕТОДИКИ
ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕЧЕНИЯ И ТЕПЛООБМЕНА В СФЕРИЧЕСКОЙ ЛУНКЕ:
СОВМЕЩЕНИЕ PIV ДИАГНОСТИКИ И ГРАДИЕНТНОЙ ТЕПЛОМЕТРИИ

DEVELOPMENT OF THE AGGREGATED RESEARCH METHOD FOR BOTH FLOW AND HEAT TRANSFER INVESTIGATION IN A SPHERICAL DIMPLE: SIMULTANEOUS PIV AND GRADIENT HEAT FLUX MEASUREMENT

Аннотация. В работе исследован конвективный теплообмен при обтекании одиночной сферической лунки, расположенной на плоской поверхности, полученные путем совмещения градиентной теплометрии и PIV диагностики. Одновременное использование измерительного комплекса ПОЛИС и градиентных датчиков теплового потока (ГДТП) позволяет отслеживать пульсации теплового потока при изменении скорости и турбулентности входного потока.

Ключевые слова: поверхностные интенсификаторы, сферическая лунка, конвективный теплообмен, PIV диагностика, ГДТП.

Abstract. Forced convection heat transfer from a single dimple located on a flat surface is investigated by means of the gradient heat flux measurement and PIV. Simultaneous use of measurement system “POLIS” and gradient heat flux sensors (GHFS) allowed us to monitor heat flux fluctuations during the change of flow speed and turbulent intensity.

Keywords: surface intensifier, PIV, convective heat transfer, ghfs spherical dimple.

Введение

Энергосбережение и энергоэффективность являются крупными резервами отечественной экономики и входят в пятерку стратегических направлений приоритетного развития Российской Федерации. На данный момент на большинстве предприятий принимаются меры, позволяющие снизить энергозатраты производства и повысить эффективность установок. Повышение теплогидравлической эффективности теплообменных аппаратов (ТА) - одна из наиболее актуальных проблем энергетики, решением которой служит поверхностная интенсификация. В промышленности России в основном используются кожухотрубные ТА, имеющие гладкую поверхность, значительные габариты и высокую степень загрязняемости. Нанесение на теплообменную поверхность механическим путем системы сферических выемок позволяет повысить теплоотдачу в каналах теплообменного оборудования на 25%. Существует ряд работ, посвященных исследованию на эту тему, но не одна из них не представляла реальной картины, описывающей процессы, происходящие внутри поверхностных интенсификаторов. Визуализация течения и теплообмена необходима для лучшего понимания и грамотного использования метода. В работе приводятся результаты исследований конвективного теплообмена одиночной сферической лунки, расположенной на плоской поверхности, полученные путем совмещения градиентной теплометрии и PIV-диагностики (PIV – Particle Image Velocimetry – измерение скорости по изображению частиц). Одновременное использование измерительного комплекса ПОЛИС и градиентных датчиков теплового потока (ГДТП) позволяет отслеживать пульсации теплового потока при изменении

скорости и турбулентности потока среды. Визуализация поля скорости дает возможность увидеть сложную структуру вихревых образований в продольном сечении лунки.

До нынешнего времени одновременное изучение теплообмена и течения затруднялось отсутствием датчиков теплового потока с необходимым быстродействием, но появление градиентных датчиков теплового потока позволило совместить исследование течения и теплообмена в одном опыте.

В данной работе предлагается новый метод исследования теплообмена, основанный на совместном использовании PIV диагностики [1] и градиентной теплотометрии [2]. Бесконтактный оптический метод измерения полей скорости методом PIV позволяет изучить нестационарное течение, а одновременное применение градиентной теплотометрии даёт информацию о плотности местных тепловых потоков в режиме реального времени, при этом удаётся связать параметры течения (включая турбулентность) с колебаниями плотности теплового потока.

Действие ГДТП основано на поперечном эффекте Зеебека [2]: при протекании теплового потока через пластину с анизотропией теплофизических и термоэлектрических свойств в направлении, нормальном вектору теплового потока, возникает термоЭДС, пропорциональная величине теплового потока, и меняющая знак при изменении его направления.

Постоянная времени всех исследованных до настоящего времени ГДТП имеет порядок $10^{-9} \dots 10^{-8}$ с, что позволяет считать ГДТП безынерционным средством измерения для большинства процессов теплообмена.

В опытах использовались ГДТП (рис 1), представляющие собой батареи анизотропных термоэлементов [2]. Анизотропные термоэлементы, выполнены из монокристаллического анизотропного висмута чистотой 0,9999 и соединены последовательно пайкой из того же висмута. ГДТП изготовлены в лаборатории кафедры «Теоретические основы теплотехники» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого; их вольт-ваттная чувствительность составляет $5 \div 20$ мВ/Вт и зависит от плотности укладки термоэлементов.

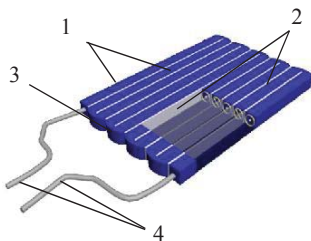


Рисунок 1. Батарейный ГДТП (АТЭ из висмута): 1 – АТЭ; 2 – электрическая изоляция; 3 – пайка висмутом; 4 – провода

В основе двумерной реализации PIV-метода (рис. 2) заложено измерение смещения помещённых в поток частиц (трассеров) за известный интервал времени. Результатом являются мгновенные двухкомпонентные поля скорости в измерительной плоскости, создаваемой лазерным ножом. Размер, плотность и объёмная концентрация частиц подбирают таким образом, чтобы эффекты, связанные с влиянием второй фазы на поток, и влияние сил плавучести были минимальными. Кроме этого, важным параметром является оптическая прозрачность среды. В потоках воздуха используют, как правило, дым, мелкие капли различных жидкостей (около 1 мкм), распыляемые генераторами аэрозоля.

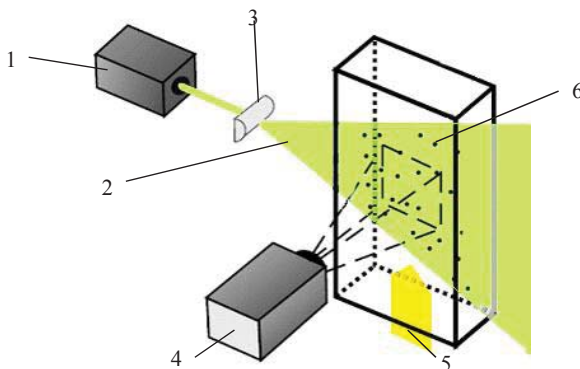


Рисунок 2. Схема метода PIV: 1 – лазер; 2 – световой нож; 3 – оптика; 4 – фотокамера; 5 – поток; 6 – трассеры

Частицы в измерительной плоскости потока должны быть освещены, как минимум, дважды. В качестве источника освещения обычно используются импульсные лазеры. Пучок света от лазера при помощи специальной системы оптических линз преобразуется в световое поле (“нож”) толщиной от долей миллиметра до нескольких миллиметров. Временная задержка между вспышками источника подбирается в зависимости от скорости потока и размеров измерительной области. Вспышка источника создаёт стробоскопический эффект в измерительной плоскости потока. Свет, отражённый частицами, попавшими в освещённую область, записывают либо на один кадр, либо на последовательность кадров изображения. С появлением цифровых камер с высоким разрешением и малым временем экспозиции, изображения оцифровывают непосредственно на ПЗС-матрице камеры и передают для хранения на жёсткий диск компьютера в виде файлов в графическом формате.

Экспериментальная установка

Экспериментальная установка включает в себя аэродинамическую трубу, модель объекта, измерительный комплекс ПОЛИС, ГДТП, светолучевой осциллограф, парогенератор и дымогенератор.

Измерительная система ПОЛИС в конфигурации 2D состоит из блока синхронизации, лазера и цифровой камеры. Управление экспериментом и обработка данных осуществляется с использованием специального пакета программного обеспечения «ActualFlow».

Для возможности проведения измерений полей скорости внутри лунки камера была установлена под углом 8° к плоскости пластины.

Аэродинамическая труба кафедры «Теоретические основы теплотехники» СПбПУ (рис. 3) – открытого типа, с камерой Эйфеля. Стенки камеры выполнены из оптически прозрачного материала для возможности измерений полей скорости методом PIV.

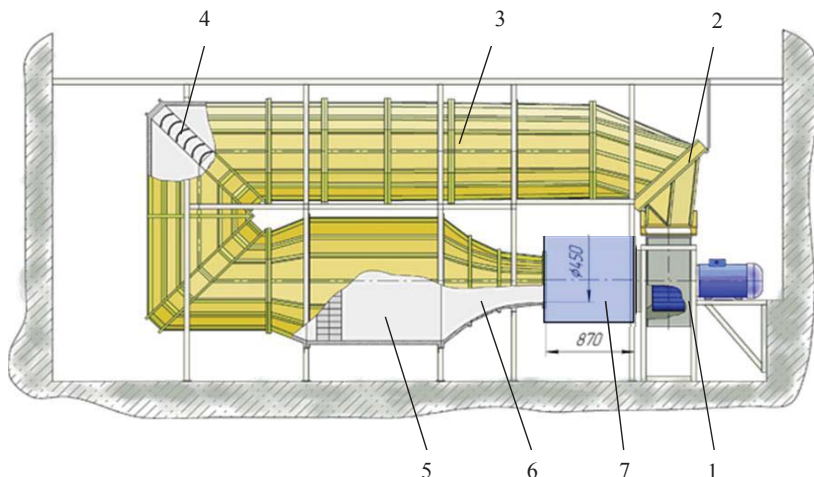


Рисунок 3. Аэродинамическая труба кафедры ТОТ СПбПУ (схема): 1 - центробежный вентилятор, 2 – теплообменник, 3 - обратный канал, 4 – повороты с лопатками, 5 – форкамера с хонейкомбом, 6 – конфузор (коллектор), 7 – камера Эйфеля

В качестве модели используется сферическая лунка (рис. 4 а) относительной глубины $h/d = 0,1$ (при диаметре $d=62$ мм) на поверхности выполненной из латунного и медного листа толщиной $0,2...0,4$ мм коробчатой конструкции, обогреваемой насыщенным паром с температурой близкой к 100°C (рис. 4 б). Нерабочие поверхности модели теплоизолированы, пар подаётся от электрического парогенератора-кипятильника.

Для измерения плотности локального теплового потока на поверхности лунки фиксируется ГДТП толщиной около $0,2$ мм и с размерами в плане 4×7 мм и чувствительностью $S_0=8,4$ мВ/Вт. Датчик устанавливался в центральном сечении на расстоянии $0,9d$ от передней кромки лунки. ГДТП совместно с гальванометром светолучевого осциллографа Н-145 отградуирован по специально разработанной методике [2].

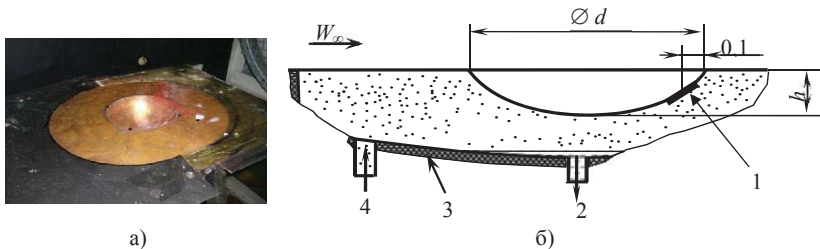


Рисунок 4. Обогреваемая модель лунки с ГДТП: а) фотография модели; б) схема модели: 1 – ГДТП, 2 – конденсат, 3 – теплоизоляция, 4 – насыщенный пар (100 °С)

Нагретая паром модель лунки обдувается воздухом в камере Эйфеля, которая обеспечивает постоянную концентрацию трассеров. Поток засеивается частицами с помощью дымогенератора; средний диаметр частиц составляет 2 мкм. Измерения проводятся после достижения необходимой концентрации и равномерного распределения частиц.

Результаты

В этом разделе представлены результаты, полученные в ходе первых экспериментов. На рис. 5, 6 показаны фотография характерного течения в продольном центральном сечении лунки (а), соответствующие мгновенные поля скорости (б) и завихренности (в); одновременно и непрерывно измерялась местная плотность теплового потока.

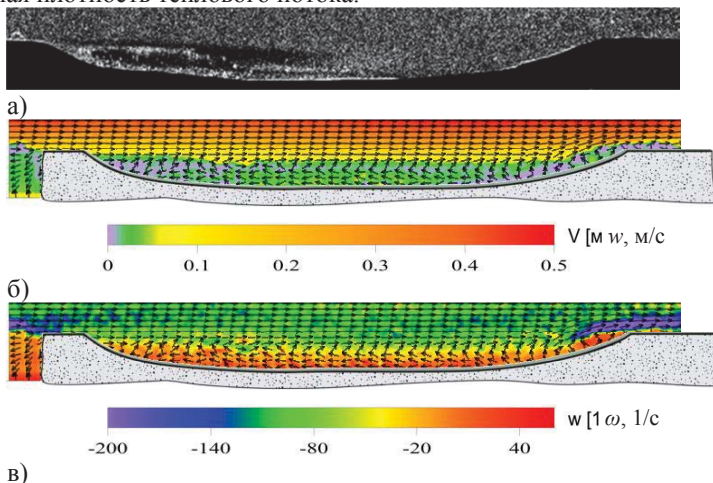
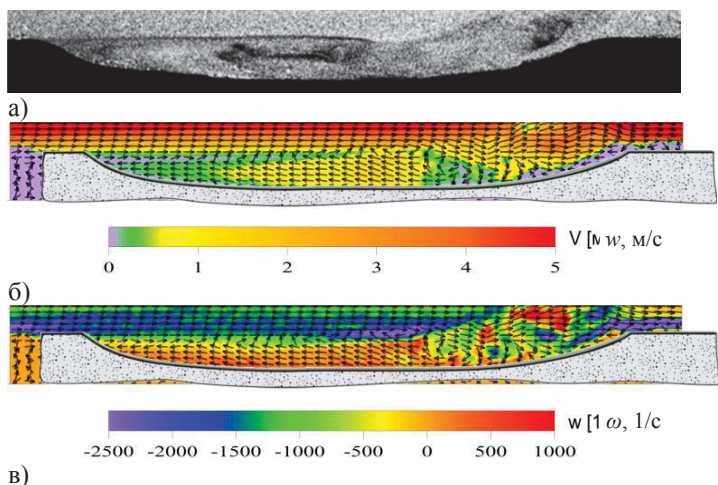


Рисунок 5. Фотография характерного течения (а), мгновенное поле скорости (б), мгновенное поле завихренности (в) при $w_\infty=0,5$ м/с



в)

Рисунок 6. Фотография характерного течения (а), мгновенное поле скорости (б), мгновенное поле завихренности (в) при $w_\infty=5$ м/с

Одновременно и непрерывно измерялась местная плотность теплового потока. Зависимость плотности теплового потока от времени мы назвали, по аналогии с общепринятым термином «временная термограмма», **«временной термограммой»**. При совместном рассмотрении графика плотности теплового потока и поля скорости в моменты времени, соответствующие максимуму плотности теплового потока ($q_{\text{макс}}$) и минимуму плотности теплового потока ($q_{\text{мин}}$), обнаружено следующее: при max плотности теплового потока в лунке наблюдается сильный обратный ток, при min плотности теплового потока, обратный ток наблюдается лишь в небольшой зоне (рис.7)

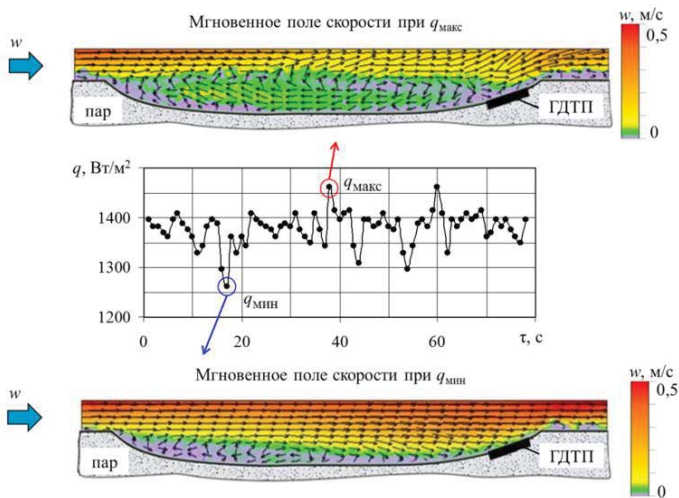


Рисунок 7. Временная теплограмма при средней скорости потока $w_{\infty} = 0,5 \text{ м/с}$

При средней скорости потока 5 м/с наблюдается подобная картина, но обратные токи и завихренность усиливаются (рис. 8).

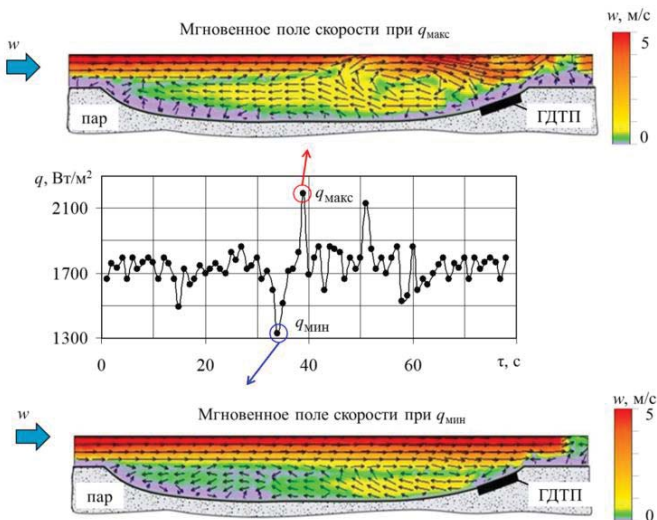
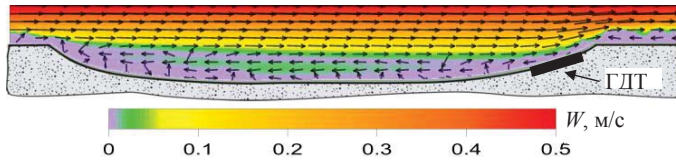


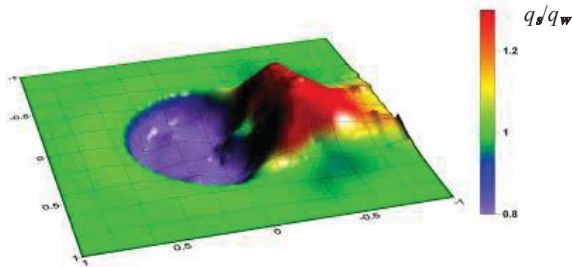
Рисунок 8. Временная теплограмма при средней скорости потока $w_{\infty} = 5 \text{ м/с}$

Ранее получено [2] распределение относительного теплового потока по поверхности нагретой лунки при скорости набегающего потока $W_{\infty} = 0,5 \text{ м/с}$ (рис. 9 б) и $W_{\infty} = 5 \text{ м/с}$ (рис. 10 б). Ниже показано распределение относительной

плотности теплового потока на поверхности лунки и соответствующее поле средней скорости в продольном центральном сечении лунки при $W_\infty = 0,5$ м/с (рис.9 а) и $W_\infty = 5$ м/с (рис.10 а).

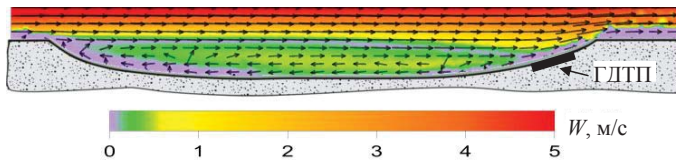


а)

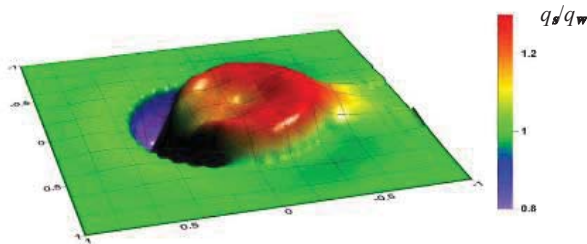


б)

Рисунок 9. Поле средней скорости в продольном центральном сечении лунки (а) и распределение относительного теплового потока на поверхности лунки (б) при $W_\infty = 0,5$ м/с. индекс «s» относится к величинам, измеряемым на поверхности лунки, индекс «w» – на плоскости



а)



б)

Рисунок 10. Поле средней скорости в продольном центральном сечении лунки (а) и распределение относительного теплового потока на поверхности лунки (б) при $W_{\infty} = 5$ м/с; индекс «s» относится к величинам, измеряемым на поверхности лунки, индекс «w» – на плоскости вдали от лунки

Применение комплексного подхода к исследованию тепло- и массообмена при обтекании поверхности со сферической лункой позволит понять природу происходящих явлений и существенно продвинуться в оптимизации массивов лунок, применять результаты экспериментов для верификации расчетов [3].

Выводы

Разработанная методика совмещения PIV диагностики и градиентной теплотометрии позволила исследовать динамические тепловые характеристики и структуру воздушных вихрей, образующихся внутри нагретой лунки. Визуализация поля скорости показала сложную структуру вихревых образований в продольном сечении лунки. Результаты первых опытов показали, что предложенный метод возможно использовать в теплотехническом эксперименте.

Исследование конвективного теплообмена в одиночной сферической лунке посредством совмещения PIV диагностики и градиентной теплотометрии создало основу для продолжения работ по изучению обтекания поверхности с массивом лунок.

Список обозначений

d – диаметр лунки, мм;

h – глубина лунки, мм;

q – плотность теплового потока, Вт/м²;

S_0 – вольт-ваттная чувствительность датчика, мВ/Вт;

τ – время, с.

w – скорость потока, м/с;

ω – завихренность, 1/с.

Индексы:

∞ – относится к внешнему потоку.

ЛИТЕРАТУРА:

1. «ПОЛИС» измеритель полей скорости [Электронный ресурс] /Институт теплофизики СО РАН, Новосибирск. - Режим доступа: <http://www/itp.nsc.ru/piv/piv.htm>

2. Сапожников С.З. Основы градиентной теплотометрии / С.З.Сапожников, В.Ю.Митяков, А.В. Митяков. – СПб.:Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 203 с.

3. Исследование теплообмена при обтекании массива лунок с совместным использованием PIV диагностики и градиентной теплотометрии. Всероссийская конференция XXXI «Сибирский теплофизический семинар», 17-19 ноября 2014, Новосибирск. Д.М.Маркович, А.С.Небучинов, Э.Р.Зайнуллина и др.

СОВМЕЩЕНИЕ PIV ДИАГНОСТИКИ И ТЕПЛОМЕТРИИ: КОМПЛЕКСНАЯ
МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА НА ПРИМЕРЕ ПОПЕРЕЧНО
ОБТЕКАЕМОГО ЦИЛИНДРА

SIMULTANEOUS OF PIV DIAGNOSTIC AND GRADIENT HEAT FLUX
MEASUREMENT AS AN IMPORTANT PROCESS OF MODERNIZATION OF
THE EXPERIMENT, ON THE EXAMPLE OF A CIRCULAR CYLINDER IN
CROSS-FLOW

Аннотация. Вопросы гидродинамики и теплообмена актуальны при создании новых энергетических машин, в том числе теплообменных аппаратов. Предлагается комплексная методика для совместного исследования параметров теплообмена (плотность теплового потока и коэффициента теплоотдачи) с помощью градиентных датчиков и полей скорости методом PIV (Particle Image Velocimetry). Представленный способ измерения способен показать взаимосвязь между параметрами теплообмена и характером обтекания.

Ключевые слова: теплометрия, гидродинамика, цилиндр, датчик теплового потока, PIV диагностика, теплообмен, аэродинамическая труба.

Abstract. Fluid dynamic and heat transfer questions are actual in creating a new energy machines, such as heat exchanger. In this article process showed for simultaneous investigation heat transfer (density of heat flow and heat flux rate) and flow properties assisted by gradient heat flux sensors and PIV (Particle Image Velocimetry) method. The presented method is able to show the connection between heat transfer and flow pattern characteristics.

Keywords: gradient heat flux measurement, fluid dynamic, cylinder, heat flux sensor, simultaneous piv, heat transfer , wind tunnel.

1. ВВЕДЕНИЕ

Изучение теплообмена и течений до сих пор выполнялось в ходе достаточно сложных раздельных экспериментов. Если методика и аппаратура для экспериментального исследования течений весьма разнообразны и широко апробированы, то исследование нестационарного теплообмена на изотермических поверхностях тормозилось отсутствием датчиков теплового потока с необходимым быстродействием.

В лаборатории кафедры “Теоретические основы теплотехники” Санкт-Петербургского государственного политехнического университета созданы, апробированы и внедрены в лабораторный и промышленный эксперимент быстродействующие градиентные датчики теплового потока (ГДТП).

В работе измерены местные плотности теплового потока и одновременно зафиксированы поля скорости при поперечном обтекании кругового нагретого цилиндра. При этом ставились задачи:

- создать детальный алгоритм комплексного метода PIV диагностики и теплотрии;
- изучить влияние характера течения на теплоотдачу нагретого гладкостенного цилиндра, а также получить новые данные об интенсификации теплообмена.
- установить турбулизаторы и исследовать их воздействие на величину теплоотдачи.

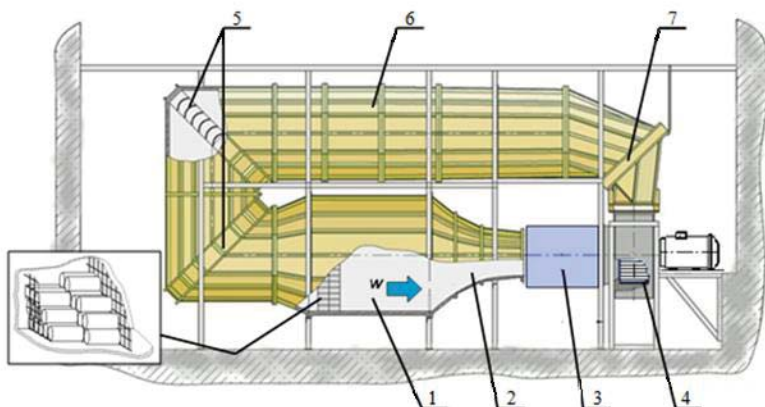
2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

Исследования проводятся в аэродинамической трубе кафедры “Теоретические основы теплотехники” Санкт–Петербургского государственного политехнического университета (рис.1).

Аэродинамическая труба состоит из водо-воздушного теплообменника 7, обратного канала 6, конфузора 2, камеры Эйфеля 3 и центробежного вентилятора 4. Лопатки, установленные в поворотной части трубы 5, совместно с хонейкомбом 1 позволяют понизить степень турбулентности потока до 1% .



а)



б)

Рисунок 1. Фотография (а) и схема (б) аэродинамической трубы кафедры ТОТ СПбПУ

1 – форкамера с хонейкомбом; 2 – конфузор; 3 – камера Эйфеля; 4 – центробежный вентилятор; 5 – повороты с лопатками; 6 – обратный канал; 7 – теплообменный аппарат

Действие ГДТП основано на поперечном эффекте Зеебека [2]: при протекании теплового потока через пластину с анизотропией теплофизических и термоэлектрических свойств в направлении, нормальном вектору теплового потока, возникает термоЭДС, пропорциональная величине теплового потока (рис. 2). Постоянная времени всех исследованных до настоящего времени ГДТП имеет порядок $10^{-9} \dots 10^{-8}$ с (рис. 3). Это позволяет считать ГДТП безынерционным средством измерения для большинства процессов теплообмена.

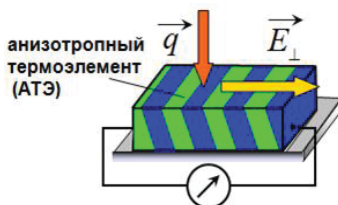


Рисунок 2. Поперечный эффект Зеебека

$$q = \frac{E_{\perp}}{S_0 F}, \quad (1)$$

где,

$E_{\perp}$ - сигнал ГДТП, В

S_0 - вольт-ваттная чувствительность ГДТП, В/Вт

F - площадь ГДТП, м^2
 q - плотность теплового потока, $\text{Вт}/\text{м}^2$

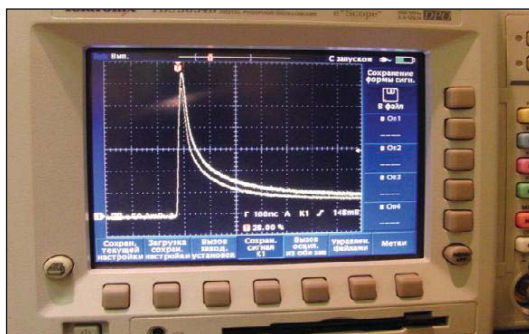


Рисунок 3. Постоянная времени ГДТП

В опытах, описанных ниже, использовались ГДТП на основе висмута чистоты 0,9999 с вольт-ваттной чувствительностью 10 мВ/Вт (рис. 4).

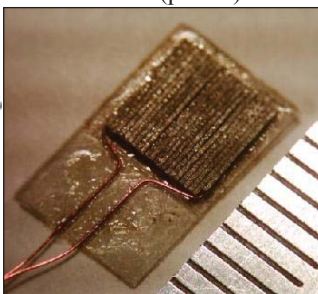
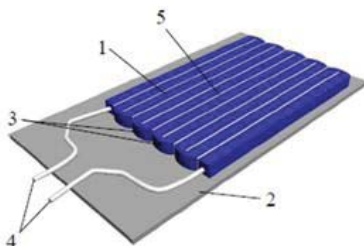


Рисунок 4. ГДТП на основе анизотропного висмута: а – схема, б – общий вид. Числами обозначены:

1 – анизотропный термоэлемент; 2 – подложка из слюды; 3 – спаи из чистого висмута; 4 – токовыводы; 5 – лавсановые прокладки.

В камеру Эйфеля помещается испытуемая модель – цилиндр (рис. 5) с наружным диаметром $D = 66$ мм, выполненный из стального листа толщиной 0,1 мм. Цилиндр обогревается изнутри насыщенным паром; температура его стенок близка к 100°C . На поверхности цилиндра установлен ГДТП на основе висмута. Толщина датчика 0,2 мм, размер в плане 4×7 мм, вольт-ваттная чувствительность - 8,4 мВ/Вт.

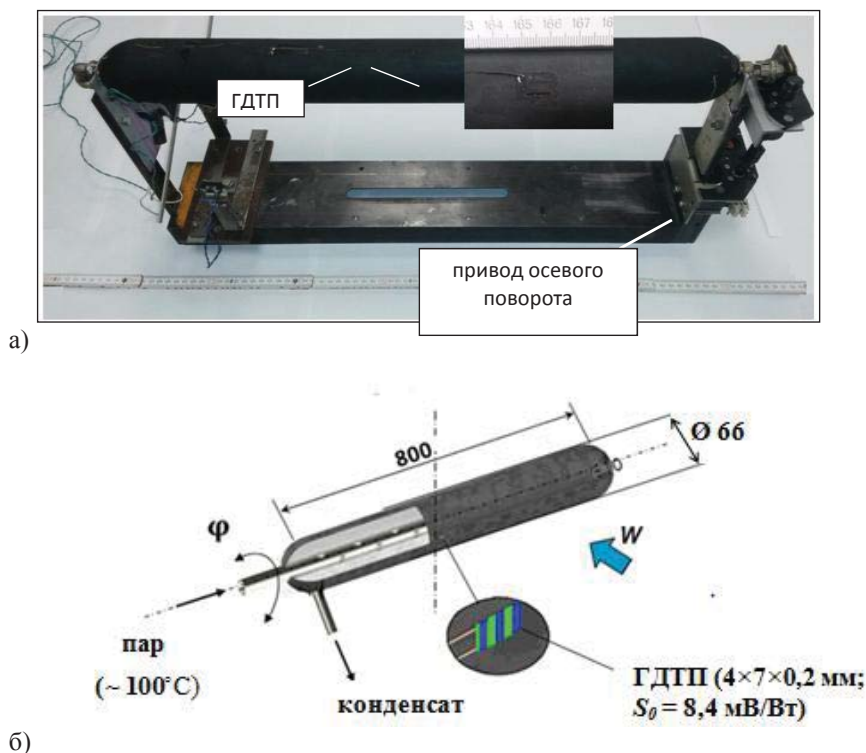


Рисунок 5 Фотография (а) и схема (б) цилиндра

3. ХОД ЭКСПЕРИМЕНТА

В работе реализовано совместное использование PIV диагностики (на основе системы ПОЛИС) (рис. 6) [2] и градиентной теплотометрии [3] (рис. 7). Принцип работы системы PIV заключается в том, что, в поток подаются трассеры, которые подсвечиваются лазерным ножом – лучом, разведенным цилиндрической линзой в плоскость. Трассеры – мелкие частички диаметром $2 \dots 3$ мкм, для подачи трассеров используется дымогенератор. По команде блока синхронизации лазер производит двойную вспышку, фотокамера 1 фиксирует трассеры, а фотокамера 2 записывает измеряемый осциллографом сигнал ГДТП, который установлен на поверхности цилиндра. Данные с камер 1 и 2 передаются для обработки в компьютер.

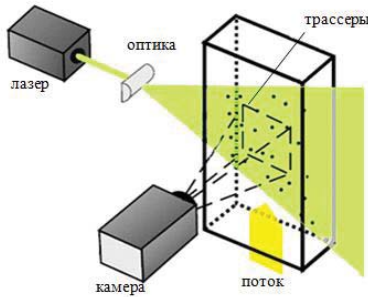


Рисунок 6. Общая схема измерения скорости PIV методом

Для измерения сигнала ГДТП использован светолучевой осциллограф Н-145, в котором ртутная лампа заменена на лазер. Луч осциллографа после отражения от зеркала гальванометра фиксировался камерой 2, и далее сигнал поступал в компьютер. Магнитное поле, в котором находится гальванометр осциллографа, избавило от помех, чего (при малом уровне сигнала) не обеспечивали АЦП последних поколений.

Настройки системы ПОЛИС позволяют настроить подачу трассеров и частоту фотоснимков под характер течения. Все фотографии обрабатывались в программе ActualFlow, дающей поле скорости для каждого момента времени.

В ходе эксперимента цилиндр проворачивается электроприводом вокруг своей оси на угол $0^\circ < \varphi < 180^\circ$, поэтому ГДТП фиксирует изменения плотности теплового потока в диапазоне углов от 0° (лобовая точка) до 180° (кормовая точка).

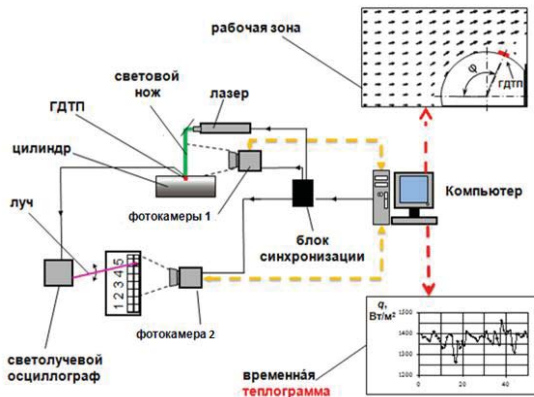


Рисунок 7. Блок схема совместного использования PIV диагностики и градиентной теплотометрии

Цилиндр через гибкий шланг обогревается насыщенным водяным паром, поступающим из парогенератора. Мощность парогенератора такова, что позволяет поддерживать температуру поверхности цилиндра стабильной и близкой к 100°С при различных режимах (скоростях) течения.

Для каждого момента времени мы имеем поле скорости при обтекании цилиндра, и локальную плотность теплового потока в этот же момент времени. Проанализировав полученные результаты, можно выявить связь, между величиной коэффициента теплоотдачи и характером течения.

Был проведен ряд экспериментов, с совместным использованием PIV диагностики и теплотметрии, при различных числах Рейнольдса $Re = (1,2; 2,4; 5,2) \cdot 10^4$ для поперечного обтекания цилиндра.

В результате эксперимента измерены местные плотности теплового потока на поверхности цилиндра в точках с угловой координатой от 0 до 180°. Местная плотность теплового потока в точке с угловой координатой φ определяли по показаниям датчика ГДТП [1]:

$$q_{\varphi} = \frac{E_{\varphi}}{S_0 F}, \quad (2)$$

где E_{φ} – сигнал ГДТП в точке с угловой координатой φ ; S_0 - вольт - ваттная чувствительность датчика; F – площадь датчика в плане.

Местное значение коэффициента теплоотдачи определялось по плотности теплового потока:

$$\alpha_{\varphi} = \frac{q_{\varphi}}{T_f - T_w}, \quad (3)$$

где T_w – температура поверхности цилиндра; T_f – температура потока воздуха.

Безразмерное локальное число Нуссельта:

$$Nu(\varphi)_f = \frac{\alpha_{\varphi} d}{\lambda_f}, \quad (4)$$

где d – диаметр цилиндра; λ_f – теплопроводность воздуха.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ

Построена зависимость $Nu(\varphi)$, и, для сравнения, представлена экспериментальная кривая, которую получил Вуруг [4] (Рис. 8). Несмотря на то, что для лучшего осреднения требуется больше данных, полученные кривые хорошо согласуются с работой [4].

В области $0 < \varphi < 80^\circ$ наблюдается устойчивое снижение числа Нуссельта за счет утолщения пограничного слоя. В момент, когда пограничный слой отрывается (при $\varphi = 85^\circ$), число Нуссельта начинает возрастать. Другое снижение вызвано малой скоростью потока в рассматриваемой области после отрыва. Здесь число Нуссельта имеет сильные колебания вследствие влияния завихренностей, спровоцированных закручиванием оторванного пограничного слоя.

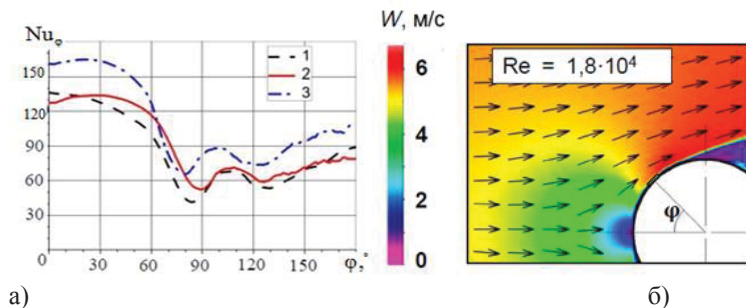


Рисунок 8. Осредненное распределение числа Нуссельта (а) и средний вектор скорости (б)
1 – Ertan Buyruk [4] для $Re = 1,59 \cdot 10^4$; 2 – данные для $Re = 1,8 \cdot 10^4$; 3 – данные для $Re = 2,6 \cdot 10^4$

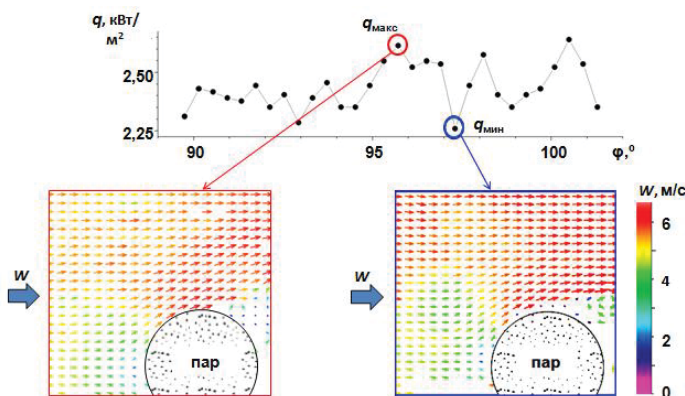


Рисунок 9. Угловая теплограмма $q(\varphi)$ и поля скорости ($Re = 2,4 \cdot 10^4$)

На рис. 9 изображена теплограмма совместно с полями скорости, где показано различие картин течения между максимальной и минимальной местной плотностью теплового потока.

Обтекание на низких числах Рейнольдса неразрывно связано с такими терминами, как «отрыв потока» и «ламинарно-турбулентный переход. Известно, что на теплопередачу большое влияние оказывает пограничный слой. Таким образом, в некоторых случаях для улучшения теплообмена при малых числах

Рейнольдса можно использовать турбулизаторы на верхней поверхности цилиндра. Применение турбулизатора изменяет картину обтекания, а также точку ламинарно-турбулентного перехода. Так как турбулентный пограничный слой гораздо труднее отрывается, то можно достичь увеличения средней теплоотдачи нагретого цилиндра, а также уменьшения лобового сопротивления.

По аналогии с задачей Прандтля с кольцом на шаре была проведена серия опытов с использованием турбулизатора в виде тонкой проволоки (диаметром 0,8...2 мм). Только нами был исследован теплообмен. Так как проволока турбулизует пограничный слой и сдвигает точку отрыва потока, что и интенсифицирует конвективный теплообмен.

Экспериментально подобран оптимальный диаметр, который соотносится с толщиной пограничного слоя (порядка 1 мм) и угол установки турбулизатора: $d_T = 1 \text{ мм}$ (рис. 10), $\varphi_T = 55^\circ$.

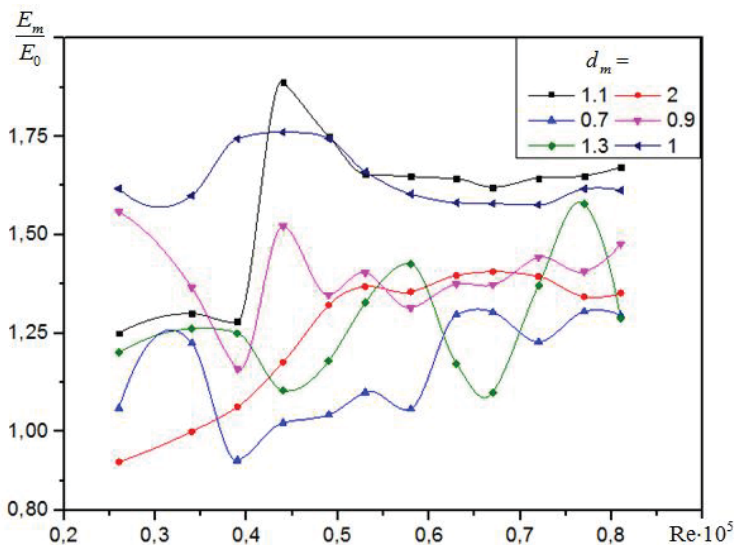
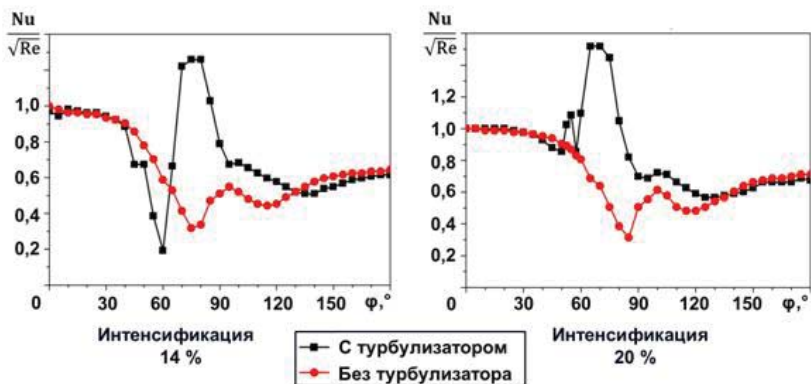


Рисунок 10. Зависимость отношения показаний ГДТП с турбулизатором и без при разных числах Рейнольдса

Опыты с установленной проволокой на поверхности цилиндра показали увеличение средней теплоотдачи вокруг модели на 14%, однако при отнесении турбулизатора на расстояние 1,2 мм от цилиндра был устранен “провал” $\approx 42^\circ - 60^\circ$, благодаря чему средняя теплоотдача увеличилась на 20% (рис. 11).



а)

б)

Рисунок 11. Интенсификация теплообмена при помощи турбулизатора ($d_T=1\text{ мм}$): а – $Re=53,4 \cdot 10^3$, $\varphi_T=55^\circ$ проволока прилегает к поверхности цилиндра; б – $Re=48,5 \cdot 10^3$, $\varphi_T=55^\circ$ проволока установлена с зазором в 1,2 мм.

СПИСОК ОБОЗНАЧЕНИЙ

ГДТП – гетерогенный датчик теплового потока;

PIV — Particle Image Velocimetry

Re — число Рейнольдса

Nu — число Нуссельта

q — плотность теплового потока, Вт/м^2 ;

E — сигнал ГДТП, мкВ;

S_0 — вольт-ваттная чувствительность датчика, мВ/Вт;

F — площадь датчика, мм^2 ;

α_ϕ — коэффициент теплоотдачи;

T_w — температура поверхности цилиндра, $^\circ\text{C}$;

T_f — температура потока воздуха, $^\circ\text{C}$;

$Nu(\phi)$ — число Нуссельта в зависимости от координаты ϕ ;

d — диаметр цилиндра, м;

λ_f — теплопроводность воздуха, $\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

ϕ — угловая координата положения ГДТП, градусы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сапожников С.З., Митяков В.Ю., Митяков А.В. Градиентные датчики теплового потока: Изд-во СПбГПУ, 2003. 168 с.

2. «ПОЛИС» измеритель полей скорости [Электронный ресурс]/Институт теплофизики СО РАН, Новосибирск. - Режим доступа: <http://www/itp.nsc.ru/piv/piv.htm>.

3. Маркович Д.М., Небучинов А.С., Гусаков А.А., Митяков А.В., Митяков В.Ю., Можайский С.А., Сапожников С.З. Возможности совместного применения PIV и градиентной теплотметрии // Оптические методы исследования

потоков: XII Межд. науч.-технич. конференция [Электронный ресурс]: труды конференции. – Электрон.дан. – М.: НИУ «МЭИ», 2013. – 1 электрон.опт. диск (CD-ROM). – Доклад № 2-8, 12 с. – ISBN 978-5-91940-663-1 – № гос. регистрации 0321302584.

4. Ertan Buyruk. Heat transfer and flow structures around circular cylinders in cross-flow // Tr. J. of Engineering and Environmental Science 23(1999), pp. 299 – 315.

5. Сапожников, С.З. Градиентные датчики теплового потока в теплотехническом эксперименте [Текст] / С.З. Сапожников, В.Ю. Митяков, А.В. Митяков. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. 203 с.003В

УДК: 620.9:658.264

О.В. Новикова, М.А. Греков, Е.Л. Шабуров

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА ФГАОУ ВО «СПБПУ»

IMPROVEMENT OF ACCOUNTING AND CONTROL OF ENERGY RESOURCES AS AN ELEMENT OF ENERGY MANAGEMENT SYSTEM IN PETER THE GREATSAINT-PETERSBURG POLYTECHNIC UNIVERSITY

Аннотация. В статье представлено видение текущего состояния системы энергоменеджмента университета и перспективы развития в направлении совершенствования системы учета, контроля и регулирования энергопотребления с целью снижения затрат.

Ключевые слова: управление энергосбережением, энергетическая эффективность, коммерческий учет, технический учет, автоматизированные системы

Abstract. The article presents the vision of the fluid state of the energy management system of the University and prospects of development in the direction of improving the system of accounting, control and regulation of energy consumption to reduce costs.

Keywords: energy saving management, energy efficiency, commercial accounting, technical accounting, automated systems.

Управление энергосбережением и повышением энергетической эффективности любой организации предполагает выполнение основных функций управления: учет, контроль, планирование, мониторинг, регулирование и мотивация. Цель всех этих процессов: снижение затрат по оплате потребления энергетических ресурсов и воды. Для обеспечения учета и контроля потребления энергоресурсов в системе энергоменеджмента предполагается постановка и решение ряда организационных и технических задач. Формулировка этих задач влечет за собой конкретные процессы, которые описаны в стандарте энергоменеджмента.

Организационные задачи связаны с описанием требований к системе учета и контроля, включающие и организационно-кадровые потребности. Технические – с конкретизацией технического обеспечения в части коммерческого и технического учета, системы мониторинга, сбора и передачи данных для оперативного и стратегического планирования.

Таким образом, организационно-технические задачи можно структурировать по следующим основным направлениям, предполагающим учет и контроль по всем видам энергетических ресурсов:

1. Коммерческий учет;
2. Технический учет;
3. Мониторинг (АСКУЭР и диспетчеризация);
4. Моделирование;
5. Регулирование (оперативное и стратегическое);
6. Планирование мероприятий (организационных и технических).

Концептуально система должна позволять оперативно реагировать на любые сигналы, свидетельствующие о повышении платы за ЭР. Для того, чтобы описать формируемую систему учета и контроля необходимо сформулировать принципиальные требования исходя их задач, которые она должна решать.

1. Структура энергопотребления ФГАОУ ВО «СПбПУ»

Нормальное функционирование университета предполагает его энергетическую безопасность. Соответственно, повышение энергоэффективности, реализация мероприятий в области учета и контроля ЭР – одна из гарантий такой безопасности. Ежегодно доля затрат Университета только в сфере коммунальных платежей за энергетические ресурсы составляет около 391 972 646руб. от бюджета (7 704 646 463,31р.).

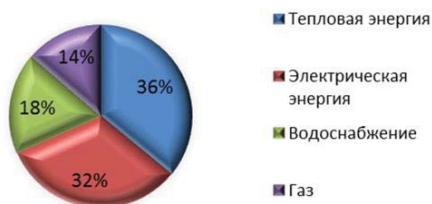


Рисунок 1. Структура энергопотребления в ФГАОУ ВО «СПбПУ»

Согласно статистическому анализу данных большая часть расходов и потребления (около 36%) в направлении тепловой энергии. На втором месте по потреблению стоит электроэнергия (около 32%). На долю потребления воды приходится порядка 18%, на потребление газа 14%.

Для оценки потенциала экономии расхода тепловой энергии необходимо обеспечить качество учета как коммерческого, так и технического.

2. Коммерческий и технический учет тепловой энергии в ФГАОУ ВО «СПбПУ»

Данные, полученные при проведении энергообследований, а также при проведении мониторинга потребления ТЭР по оснащенности приборами учета ТЭР в Университете, выявили недостаточность оснащенности, главным образом, приборами технического учета тепловой энергии, потребляемой каждым корпусом университета. Учет потребления тепловой энергии каждым корпусом необходимо для анализа баланса университета в части теплоснабжения и разработки комплекса мер по реализации правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное (рациональное) использование (и экономное расходование) ТЭР (ГОСТ Р 51387–99 «Энергосбережение») в каждом корпусе с учетом его особенностей тепловой защиты и направлений использования тепловой энергии.

В настоящее время университет оснащен КУУТЭ, по данным которых производятся расчеты с теплоснабжающей организацией (ГУП «ТЭК СПб»). Кроме того, существует источник собственной генерации тепловой энергии, экономичность расходования газа, воды и электроэнергии которого зависит от экономичности потребления тепловой энергии в корпусах, к которым поступает от этой котельной тепловая энергия.

Для разработки первоначальных действий в области учета и контроля ЭР необходимо выполнить оценку его текущего состояния. На данный момент на центральной площадке Университета установлено 22 коммерческих узла тепловой энергии (КУУТЭ). Это полностью гарантирует учет тепла со стороны ГУП ТЭК. Установка КУУТЭ происходила постепенно и по рисунку 1 видно, как снижались объемы потребления тепловой энергии после их установки.

Из анализа потребления тепловой энергии видно, что внедрение мероприятий по энергоэффективности на протяжении 2 лет приводит к снижению потребления энергоресурсов, что приводит к снижению коммунальных затрат на тепловую энергию.

Технических узлов тепловой энергии установлено 5шт. и требуется установить еще не менее 27 штук.

На Рисунке 3. данные по центральной площадке университета оснащенности коммерческими узлами учета тепловой энергии.

На рисунке 4. данные о недостающей оснащённости по центральной площадке университета техническими узлами учета.

Направлением дальнейшего развития энергоменеджмента СПбПУ неразрывно связано с совершенствованием в области учета и контроля расхода энергоресурсов и воды является применение автоматизированных систем.

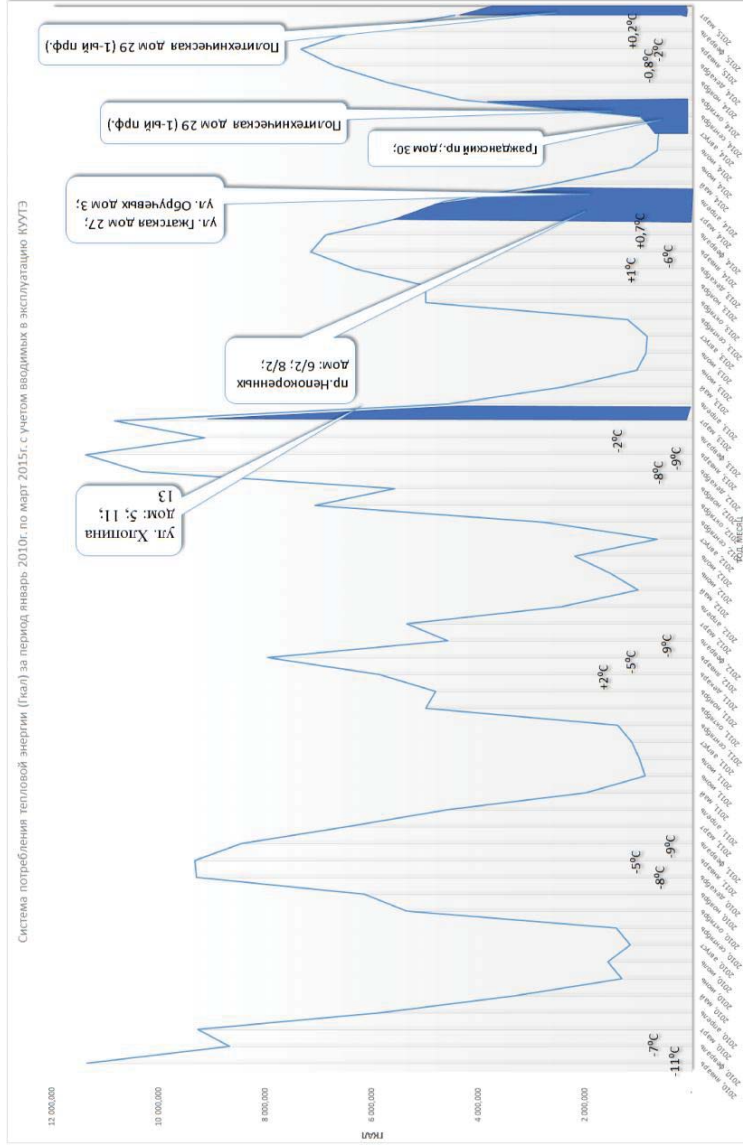


Рисунок 2. Статистика потребления тепловой энергии (Гкал) за период январь 2010г. по март 2015г. с учетом вводимых в эксплуатацию КУУТ

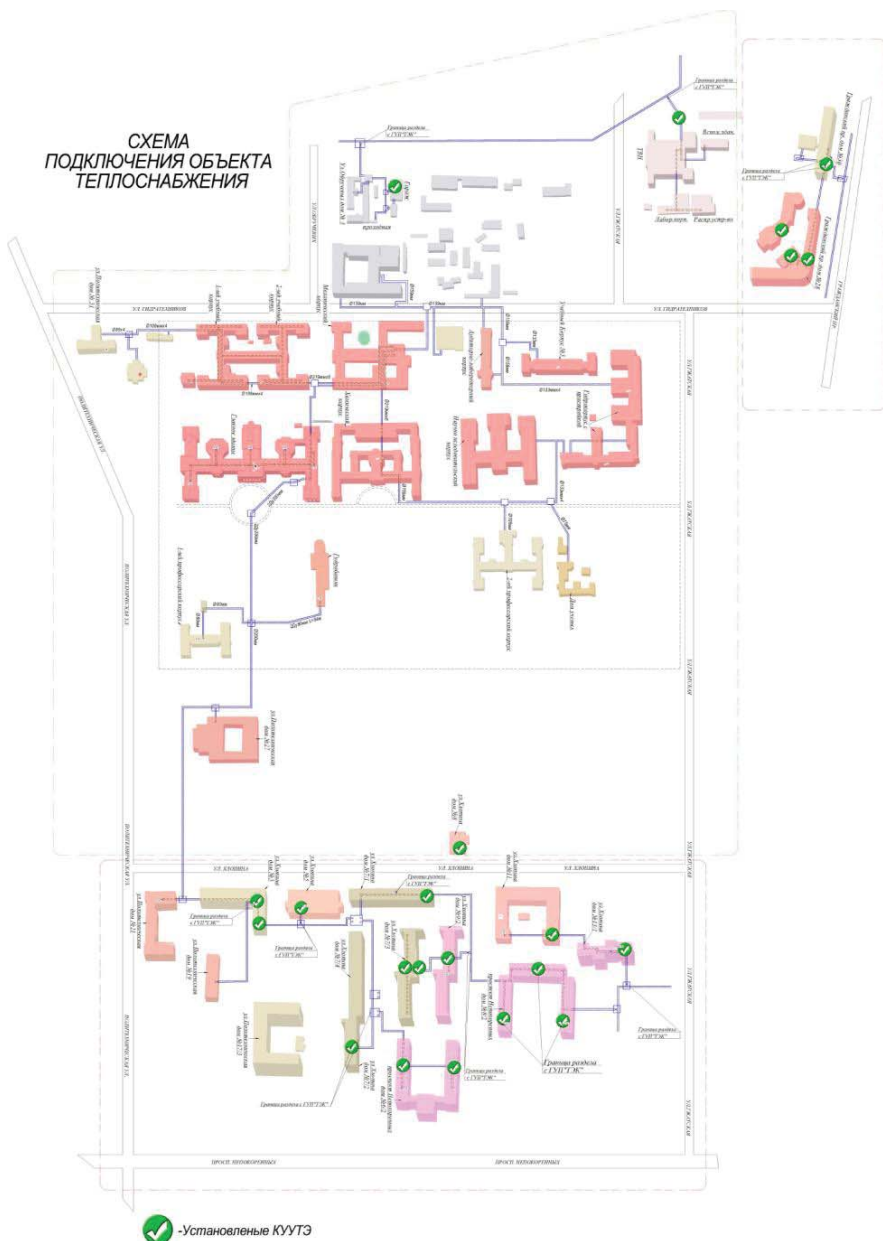


Рисунок 3. Данные по центральной площадке университета оснащенности коммерческими узлами учета тепловой энергии



Рисунок 4. Данные о недостающей оснащённости по центральной площадке университета техническими узлами учета

Разработка автоматизированной системы учета и контроля расхода энергоресурсов и энергоносителей должна проводиться одновременно с решением задач создания автоматизированных систем диспетчерского управления, систем управления технологическими процессами и производственно-хозяйственной деятельностью университета.

3. Мониторинг и моделирование (АСКУЭР и диспетчеризация)

Мониторинг (АСКУЭР и диспетчеризация)– это непрерывное (периодическое) наблюдение за показателями использования энергоресурсов и инструмент оценки резервов реализации организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования, повышение энергетической безопасности, надежности и качества энергоснабжения.

Основополагающим принципом организации надежной системы мониторинга является обеспечение достоверности собираемых данных, которая достигается минимизацией влияния человеческого фактора, применением автоматизированных информационно-измерительных систем.

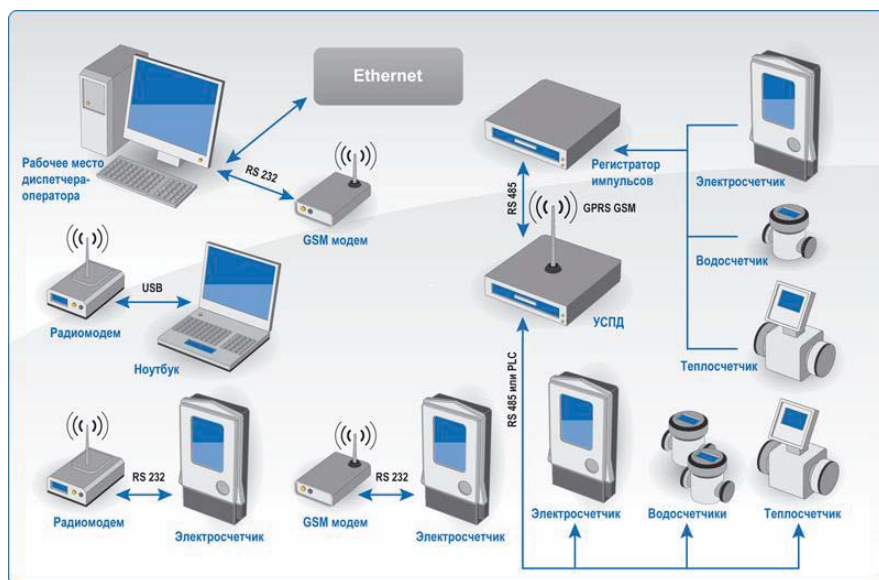


Рисунок 5. Система считывания показаний

Один из вариантов построения моделирования системы сбора данных об энергопотреблении на основе мобильной автоматизированной системы мониторинга представлен на Рис. 5 (система считывания показаний).

Цели АСКУЭР и диспетчеризации:

- коммерческий учет энергоносителей в точках учета, расположен-

ных на границах балансовой принадлежности, с целью обеспечения финансовых расчетов со смежными субъектами (поставщиками) рынка энергоресурсов;

- технический учет энергоносителей, потребляемых зданиями и сооружениями СПБПУ в точках учета, расположенных на площадке СПБПУ, для контроля и анализа режимов энергопотребления подразделениями СПБПУ, расчета технико-экономических показателей работы предприятия;

- централизованный сбор информации от систем (узлов) коммерческого и технического учета для создания единого массива информации с целью получения оперативных данных о ходе технологического процесса, анализа режимов выработки и потребления энергоресурсов, оперативного управления работой предприятия;

- гарантированную надежность и точность коммерческого и технического учета энергоресурсов за счет создания системы централизованного сбора информации, привязанной к единому астрономическому времени.



Рисунок 6. Схема работы система считывания показаний

АСКУЭР должна обеспечить выполнение следующих функций:

- измерение количества и параметров каждого вида энергоносителя, позволяющие определять величины учетных показателей, используемых в финансовых расчетах со смежными субъектами (поставщиками) рынка энергоресурсов (коммерческий учет);

- измерение количества и параметров энергоносителей, потребляемых зданиями и сооружениями СПБПУ (технический учет);

- автоматический сбор и предоставление (периодически и/или по запросу) привязанных к единому календарному времени измеренных и расчетных данных по коммерческому и техническому учету с заданной дискретностью;

- хранение данных об измеренных величинах в стандартной базе данных;
- диагностику и мониторинг состояния технических и программных средств АСКУЭР;
- регистрацию нештатных ситуаций;
- разграничение доступа к базам данных для различных групп пользователей;
- предоставление оперативной и архивной информации по учету энергоресурсов управлению СПбПУ для решения задач оптимизации технологических процессов потребления энергоресурсов, прогнозирования их потребления;

4. Оперативное и стратегическое регулирование потребления ЭР.

Взаимодействие с Эксплуатирующими и иными службами Университета обязателен при организации системы контроля и регулирования энергопотребления.

Совместный мониторинг работы систем теплоснабжения университета по согласованному графику. В случае возникновения нештатных ситуаций выход контролируемых параметров за пределы договорных значений:

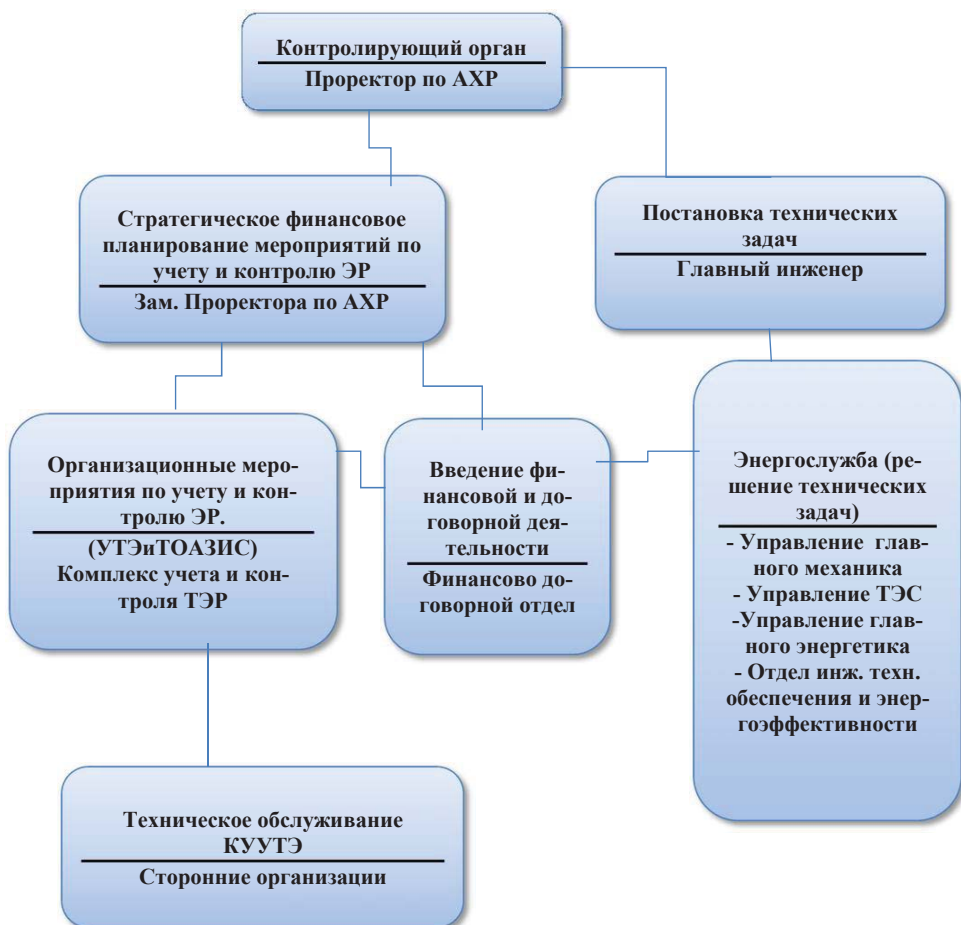
-принятие оперативных мер по выявлению причин нарушения работы систем теплоснабжения;

-создание рабочей комиссии для выявления причин нарушений, активирование создавшейся ситуации.

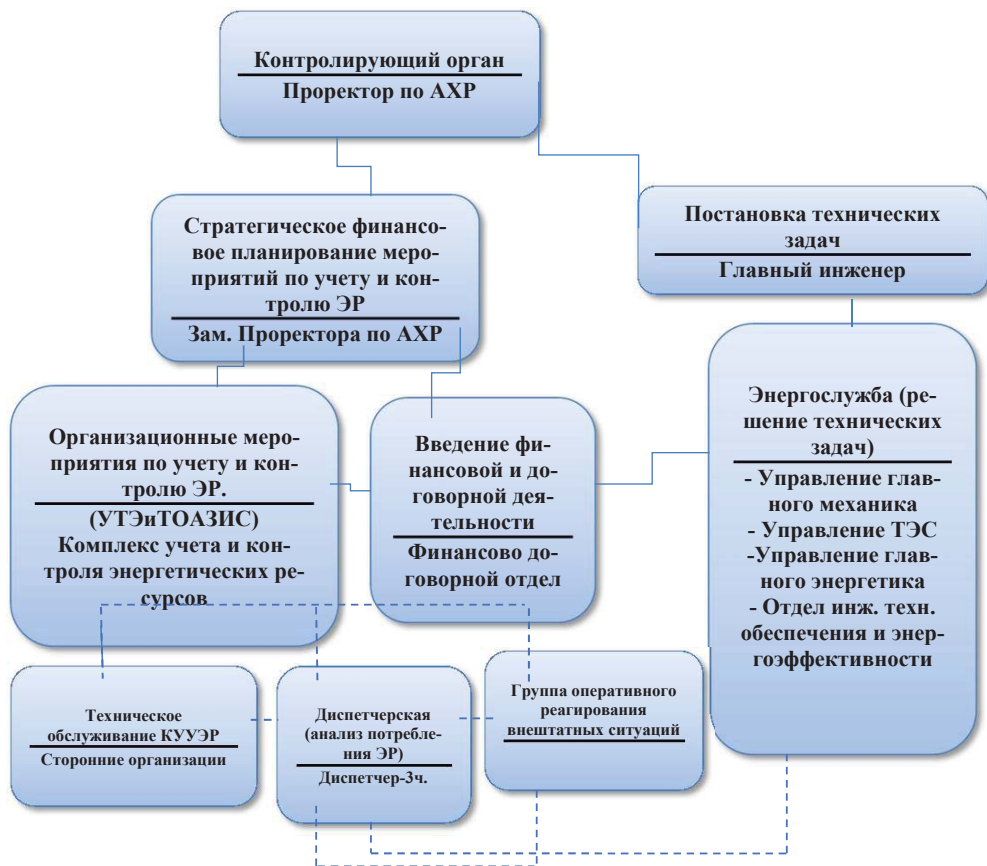
-Выработка путей решения создавшейся ситуации для приведения параметров работы ИТП в нормальный режим.

Периодический контроль соблюдения Регламента выполнения работ по обслуживанию теплотехнического оборудования ИТП (в особых случаях с привлечением специализированной организации) эксплуатирующими службами университета.

Схема структуры оперативного и стратегического регулирования на данный момент:



Планируемая схема структуры оперативного и стратегического регулирования



В ходе проведённого анализа ситуации с внедрением мероприятий по учету и контролю энергетических ресурсов в ФГБОУ ВПО "СПбПУ" можно отметить: создана энергетическая политика университета в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, которая гарантирует деятельность по созданию системы энергетического менеджмента. Эффективное управление энергопотреблением становится приоритетным направлением по контролю затрат, внедряются передовые технологии продолжается работа по управлению энергосбережением.

ЛИТЕРАТУРА:

1. ФЗ от 23 ноября 2009 года №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Постановление Правительства РФ от 18 ноября 2013 года №1034 «О коммерческом учете тепловой энергии, теплоносителя», в соответствии с Федеральным законом «О теплоснабжении».
3. Федеральный закон № 102-ФЗ от 26 июня 2008 г. «Об обеспечении единства измерений».
4. Федеральный закон № 190-ФЗ от 27 июля 2010 года «О теплоснабжении».
5. СТО НП.7-2012. Автоматизированные системы коммерческого учета потребления энергоресурсов. Общие требования.
6. Правила коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя. Постановление правительства РФ от 18.10.2013г. №1034.
7. СНиП 41-02-2003 Тепловые сети
8. СНиП 41-02-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.

УДК: 338.28

Р.А. Садыков, Д.Н. Антропов, А.З. Даминов, И.Н. Соломин

КОМПЬЮТЕРНЫЙ СИМУЛЯТОР РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ

COMPUTER-BASED SIMULATIONS REAL TIME OF HEAT-GENERATING PLANT

Аннотация. На основе материального и теплового балансов жидкости и газовых фракций разработана математическая модель и создан компьютерный симулятор теплогенерирующей установки. Предлагаемая математическая модель, компьютерный симулятор и автоматизированный микропроцессорный комплекс реализованы в промышленной энергетике для оптимизации параметров управления теплогенерирующих установок, исследования поведения систем управления при критических и аварийных ситуациях.

Ключевые слова: теплогенерирующие установки, котел, компьютерная симуляция, компьютерное моделирование.

Abstract. On the base of material and heat balances of liquid and gas fractions was developed a mathematical model of water-heating boiler. A computer-based simulator of water-heating boiler was created on the base of this mathematical model. The above-mentioned mathematical model and simulator will be applied in industry for optimization of operation factors of boiler control, investigations of control-systems' behavior in critical and emergency situations in industry.

Keywords: heat-generating plants, boiler, computer-based simulation, computer-based modelling.

При автоматизации промышленных производств, для тестирования и наладки систем управления, проверки их в реальных, «полевых» условиях необходимо наличие объекта управления или непосредственное присутствие наладчиков на предприятии. Объект управления зачастую невозможно доставить наладчикам, а присутствие на предприятии связано с дополнительными расходами. Намного лучше и экономичнее, если все подготовительные и тестовые работы группа наладчиков осуществляла на своем рабочем месте. В этом им может помочь компьютерное моделирование объектов управления.

В нашем случае объектом управления является водогрейный (или паровой) котел.

На данный момент описано множество компьютерных тренажеров для обучения персонала котельных работе с оборудованием и правильному поведению при аварийных ситуациях.

Целью работы является создание компьютерного симулятора реального времени котельной установки для тестирования систем автоматизации. Для этого необходимо создание математических моделей (ММ) функционирования узлов котельной установки, выбор программных средств, компьютерное моделирование, сборка симулятора.

Для комплексного тестирования и апробации систем автоматизации на этапе разработки и предэксплуатационной проверки данный компьютерный симулятор крайне необходим.

Рассмотрим устройство котельной установки. В качестве примера на рис.1 представлена функциональная схема парового котла.

Для протекания многих технологических процессов в промышленности необходимо затратить определенное количество тепла. Наиболее распространенным теплоносителем является пар (или вода), который получают в паровых (или водогрейных) котлах. Котел - это конструктивно объединенный в одно целое комплекс устройств для получения пара или нагрева воды, при протекании технологического процесса за счет теплоты сжигаемого топлива или преобразования электрической энергии в тепловую [1,2].

В состав котельной установки входят:

- *топливный тракт*;
- *воздушный тракт*;
- *газовый тракт*;
- *пароводяной тракт (или водяной тракт)*.

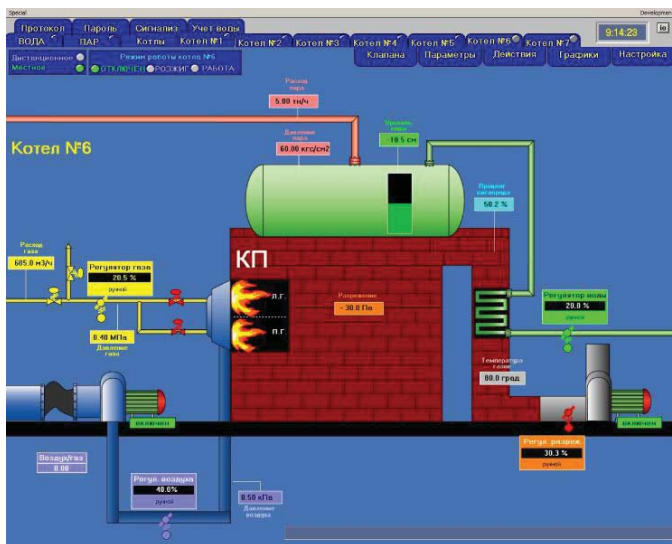


Рисунок 1. Функциональная схема парового котла (АРМ оператора котельной)

Топливный тракт – комплекс элементов, осуществляющих транспортировку и подачу топлива к горелкам.

Воздушный тракт – комплекс оборудования для забора, подогрева, транспортировки и подачи в топку атмосферного воздуха (короба холодного и горячего воздуха, горелочные устройства, дутьевые вентиляторы).

Газовый тракт – комплекс элементов котельной установки, по которому происходит движение продуктов сгорания из топки до выхода в атмосферу (газоход и шахта с расположенными в них поверхностями нагрева, газовый короб, дымовая труба, дымосос).

Воздушный и газовый тракт соединяются между собой последовательно с образованием газозвдушного тракта.

Пароводяной (водяной) тракт – система последовательно включенных элементов, в которых движется питательная вода, паровая смесь и перегретый пар (экономайзер, топочные экраны, пароперегреватель, паросборник, соединяющие трубопроводы, питательные и циркуляционные насосы).

Тепло, выделившееся в топке при сгорании топлива, усваивается парообразующей частью котлоагрегата и идёт на нагрев питательной воды, парообразование и перегрев пара [3,4].

Для описания котельной установки разобьем ее на функциональные блоки по трактам (рис.2). Каждый блок будет описываться отдельно, он будет иметь набор входных и выходных параметров, содержать необходимые уравнения для материального и теплового баланса. Это облегчит создание ММ и дальнейшее программирование.

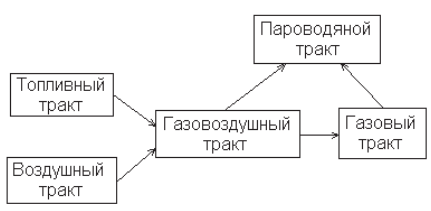


Рисунок 2. Общая блок-схема котельной установки

В основу алгоритма ММ положены уравнения теплового и материального баланса, описывающие процесс нагрева воды в водогрейном котле [5,6].

Технологический процесс в котле представлен в виде упрощенной модели, так как в первом приближении она отражает протекание всего процесса.

К количественному параметру относится нагрузка котла, которая может меняться в широких пределах в зависимости от графика нагрузок потребителей. К качественным параметрам относится температура воды.

Рассмотрим водяной тракт. В барабане котла происходит нагрев жидкости до температуры T_2 , тепловым потоком Φ_1 . К известным нам граничным условиям можно добавить: объем в барабане V_1 , температуру входящих потоков $T_{вх}$, K .

Уровень воды в барабане, постоянный, а значит $V_1 = \text{const}$.

Упрощенный материальный баланс емкости барабана котла можно представить в виде:

$$\frac{dV_1}{dt} = F_B - F_2 = 0, \quad (1)$$

F_B – входящий поток жидкости;

F_2 – выходящий поток жидкости из барабана котла;

эти потоки равны, т.е. в котле жидкость не скапливается, и нет ее утечек;

t – время.

Уравнение теплового баланса имеет следующий вид:

[скорость накопления тепла в емкости] = [приход тепла] + [приход тепла с тепловым потоком] – [отвод тепла].

$$\frac{d}{dt}(V_1 c \rho T_2) = F_B T_1 c \rho + \Phi_1 - F_2 T_2 c \rho, \quad (2)$$

где c – теплоемкость; ρ – плотность жидкости; T_1 – температура входящего потока жидкости; T_2 – температура выходящего потока жидкости; t – время.

Из уравнения теплового баланса (2) можно определить температуру T_2 .

Тепловой поток Φ_1 определяется:

$$\Phi_1 = k S_1 (T_{вх} - T_2), \quad (3)$$

где k – коэффициент теплопередачи через стенку (берется из справочной литературы); S_1 – площадь нагрева.

Для отчетливого представления связей между составленными уравнениями математической модели составим блок-схему (рис.3).

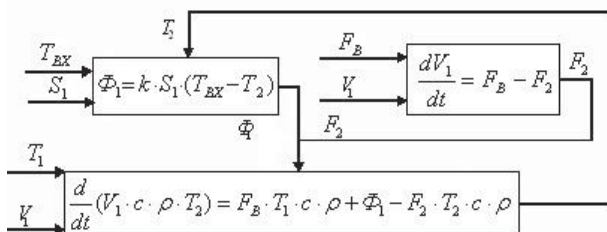


Рисунок 3. Блок-схема модели водогрейного котла

Рассмотрим газо-воздушный тракт [7,8]. При рассмотрении газодинамики в топочном пространстве сделаем ряд допущений:

1. Разобьем топочное пространство условно на три части: I – область смешивания газов; II – область горения газов; III – область теплообмена;
2. В каждой области среда однородная;
3. Поперечные сечения областей одинаковые.

Материальный баланс областей:

$$\frac{dm_I}{dt} = F_{газ} + F_{возд} - v_I S \rho_I, \quad (4)$$

$$\frac{dm_{II}}{dt} = v_I S \rho_I - v_{II} S \rho_{II}, \quad (5)$$

$$\frac{dm_{III}}{dt} = v_{II} S \rho_{II} - F_{дым}, \quad (6)$$

где m_I, m_{II}, m_{III} – массы газов в соответствующих областях;

v_I, v_{II}, v_{III} – скорости потоков газов в соответствующих областях;

ρ_I, ρ_{II} – плотности газов в соответствующих областях;

S – площадь поперечного сечения топочного пространства;

$F_{газ}, F_{возд}$ – потоки топливного газа и воздуха;

t – время.

Тепловой баланс областей:

$$\frac{d}{dt}(c_I m_I T_I) = c_{газ} F_{газ} T_0^{газ} + c_{возд} F_{возд} T_0^{возд} - c_I F_I T_I, \quad (7)$$

$$\frac{d}{dt}(c_{II} m_{II} T_{II}) = c_I F_I T_I + q F_I - c_{II} F_{II} T_{II}, \quad (8)$$

$$\frac{d}{dt}(c_{III} m_{III} T_{III}) = c_{II} F_{II} T_{II} - Q^{нагр} - c_{дым} F_{дым} T_{III}, \quad (9)$$

где c_I, c_{II}, c_{III} – теплоемкости газов в соответствующих областях;

$c_{газ}, c_{возд}$ – теплоемкости топливного газа и воздуха;

T_I, T_{II}, T_{III} – температуры газов в соответствующих областях;

$T_0^{газ}, T_0^{возд}$ – начальные температуры топливного газа и воздуха;

$F_{газ}, F_{возд}, F_{дым}$ – потоки топливного газа, воздуха и дымовых газов;

F_I, F_{II} – потоки смеси газов из первой и второй областей соответственно;
 q – удельная теплота сгорания топливного газа;
 $Q^{нагр}$ – определяется из теплового баланса в барабане котла ($Q^{нагр} = \Phi_1, T_{II} = T_{вх}$);

T – время.

Схема управления котлом следующая: информация с датчиков, расположенных в основных узлах котла, поступает в шкаф системы управления. Далее, информация поступает на АРМ оператора, где отображается на мнемосхемах.

Схема управления моделью котла такая же, за исключением того, что показания датчиков котла моделируются в реальном времени симулятором (рис.4).

Системы управления не знают, чем они управляют – реальным объектом или его компьютерной моделью, и будут работать одинаково. Также, на моделях можно тестировать системы управления в различных критических режимах, проверять работу при аварийных ситуациях.



Рисунок 4. Схема управления моделью котла

Выбор средств моделирования очень широк. В нашем случае моделирование производится в системе LabView, математический аппарат программируется в системе MATLAB. При помощи плат сбора данных фирмы ICPDAS: PIO-DA8 и PIO-D48, сигналы с цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) от компьютерной модели подаются на входы системы управления, которая воспринимает их как сигналы измерительных приборов в котельной установке. Управляющие сигналы подаются с выходов системы управления на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) плат сбора данных (рис.5). На компьютере АРМ оператора происходит визуализация процесса.

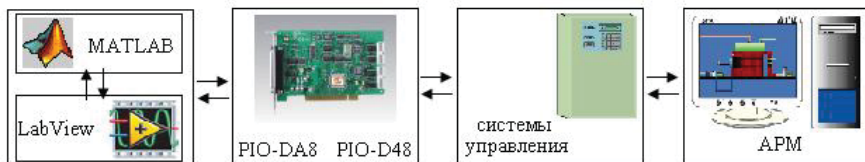


Рисунок 5. Развернутая схема управления моделью котла

Заключение

В дальнейшем предлагаемая ММ по мере накопления результатов исследований и проведения натурных экспериментов в промышленных масштабах будет уточняться и корректироваться.

Нахождение значений, при которых энтальпия теплоносителя будет максимальной, а минимальными будут приведённые затраты на природный газ, питательную воду, качественное соотношение регулирования газ-воздух, позволит вести процесс в оптимальном температурном режиме, с целью оптимального теплосодержания теплоносителя на выходе из котлоагрегата при различных нагрузках. Это позволит улучшить процесс горения, уменьшая выброс вредных газов от отработанного топлива в атмосферу. Так же это позволит снизить расходные нормы газа на производство оптимального количества теплоносителя, что приведёт к уменьшению себестоимости получаемого теплоносителя.

Предлагаемую ММ планируется внедрить на производство для оптимизации параметров управления котельными установками, исследования поведения систем управления при критических и аварийных ситуациях на производстве.

Полученные результаты служат также развитию общей теории компьютерного моделирования, полезны при постановке экспериментальных исследований по энерго- и массопереносу, расчете обменных процессов при проектировании; позволяют резко сократить объем необходимых экспериментальных исследований или полностью заменить натурные эксперименты на численные.

Работа выполнена при финансовой поддержке по проекту Министерства образования и науки РФ в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» (Соглашение №14.574.21.0013, уникальный идентификатор RFMEFI57414X0013).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Делягин Г.Н., Лебедев В.И., Пермяков Б.А. Теплогенерирующие установки. М.: Стройиздат, 1986. - 559 с.
2. Беспалый П.А. Моделирование процесса парообразования в технологическом котле // Труды Пермского государственного технического университета. 2005. С. 85-91.
3. Зыков А.К. Паровые и водогрейные котлы. Справочное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1987. - 128 с.
4. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н. Котельные установки промышленных предприятий. Изд. 3-е переработанное. М.: Энергоиздат, 1988. - 528 с.
5. Кузнецов Н.В. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод). М.: Энергия, 1973. - 296 с.
6. Родатис К.Р. Полтарецкий А.Н. Справочник по котельным установкам малой производительности. М.: Энергоиздат, 1989. - 487 с.
7. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. Изд. 5-е дополненное. М.: Атомиздат, 1979. - 416 с.

8. Юренев В.Н., Лебедев П.Д. Теплотехнический справочник. Том 2. Изд. 2-е переработанное. М.: Энергия, 1976. - 896 с.

УДК: 536.2

С.З.Сапожников, А.В.Башкатов, А.А.Гусаков, Э.Р.Зайнуллина,
А.С.Косолапов, В.В.Сероштанов, А.Ю.Бабищ

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ЛУНОЧНЫМ РЕЛЬЕФОМ

ENHANCEMENT OF EFFICIENCY OF HEAT EXCHANGE EQUIPMENT BY APPLYING SURFACES WITH DIMPLES

Аннотация. В работе рассматривается теплообмен на нагретой пластине, покрытой сферическими впадинами (лунками). Лунки расположены в шахматном порядке. Исследуется изменение коэффициента теплоотдачи как внутри лунки, так и на плоскости рядом с лункой. Наблюдается монотонное уменьшение коэффициента теплоотдачи внутри лунки, связанное с уменьшением зоны обратного течения внутри лунки. Коэффициент теплоотдачи на плоскости имеет минимум в районе 4-го ряда, после чего начинает увеличиваться. Данный эффект может быть связан с увеличением размера зоны вихреобразования при одинаковой по величине средней завихренности.

Ключевые слова: поверхностные интенсификаторы, сферическая лунка, конвективный теплообмен, PIV диагностика, ГДТП.

Abstract. In this paper consider heat exchange on the hot plate, covered with spherical cavities (dimples). The cavities are arranged in a plate. Investigate the heat-transfer coefficient inside the dimple, and on the surface next to the dimple. There is a monotonic decrease of the heat transfer coefficient inside the dimple associated with a decrease in the zone backflow inside the dimple. The heat transfer coefficient on a plane has a minimum in the region of the 4th row, after then begins to increase. This effect may be associated with an increase size of the zone of vortex formation at the same value for the average vorticity.

Keywords: surface intensifier, spherical dimple, convective heat transfer, PIV, GHFS.

Введение

На объектах энергетики и промышленности используется огромное число рекуперативных теплообменных аппаратов (ТА). Без теплообменного оборудования невозможна передача энергии между различными теплоносителями. Эффективность теплообменного оборудования определяется, прежде всего, коэффициентом теплопередачи.

Запишем уравнение теплопередачи для абстрактного рекуперативного теплообменника.

$$Q = k \cdot F \cdot \overline{\Delta t}, \quad (1)$$

где Q – мощность теплообменника, Вт; k – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·К);
 F – площадь поверхности теплообмена, м²; $\overline{\Delta t}$ – средний температурный напор, К.

Увеличение k дает нам множество преимуществ, которые явно видны из уравнения (1). Как правило, теплообменник рассчитывается для работы на определенную максимальную мощность, поэтому будем считать, что Q остается неизменной. Если мы оставляем площадь поверхности теплообмена неизменной, мы можем уменьшить температурный напор в ТА, тем самым снижая недогрев. Если же оставить температурный напор неизменным, можно получить значительный выигрыш в площади поверхности теплообмена, что выливается в уменьшение металлозатрат и стоимости ТА.

Одним из путей повышения коэффициента теплопередачи является применение различных интенсификаторов теплообмена. Любые интенсификаторы теплообмена должны отвечать следующим свойствам:

- обеспечивать значительное увеличение эффективности оборудования при определенных условиях работы (скорость теплоносителя, температурный напор, агрегатное состояние и т. д.);
- Быть высокотехнологичным;
- Оправдать затраты на внедрение данных способов интенсификации;
- Быть простыми в эксплуатации и не требовать частых профилактических работ (прочистка, замена и т. д.).

Этим требованиям отвечает так называемая дискретная шероховатость – на поверхность теплообмена наносят искусственные неровности, размеры которых сравнимы с размерами канала. Одним из видов такой шероховатости является сферическая лунка.

Дискретно-шероховатые поверхности турбулизируют пристенный слой, предотвращая появление значительного пограничного слоя, который затрудняет теплоотдачу. «Сосредоточение» турбулизации вблизи стенки позволяет получить малый рост гидравлического сопротивления канала при большом росте коэффициента теплоотдачи.

В данной работе внимание будет сосредоточено на интенсификации теплообмена с помощью сферических впадин (лунок). Такой метод интенсификации начинает применяться в различных конструкциях ТА. Рассмотрим влияние лунок на теплоотдачу на примере кожухотрубных ТА.

Кожухотрубные ТА хорошо зарекомендовали себя за счет относительной простоты изготовления и способности выдерживать высокие давления. Основным их недостатком является низкий коэффициент теплопередачи, что приводит к необходимости увеличения теплопередающей поверхности, и, как следствие, металлозатрат. Для увеличения коэффициента теплопередачи возможно использование сферических впадин (рисунок 1).

В работе [2] было показано превосходство трубчатой поверхности с наружным облунением над оребренной трубчатой поверхностью для ТА химической промышленности. В результате работы выяснилось, что при прочих

равных габаритах и скоростях теплоносителей облуненный пучок труб дает выигрыш по мощности в 1,3– 1,7раз. При этом потери давления в тракте с лунками на 50 – 90 % ниже.



Рисунок 1. Примеры облуненных труб для кожухотрубных ТА [2]

Вышесказанное отражает перспективы применения луночного рельефа в существующих конструкциях ТА. Для оптимизации размеров и форм лунок необходимо детальное понимание процессов, вызывающих интенсификацию теплообмена. Данная работа посвящена изучению влияния лунок как друг на друга, так и на теплоотдачу от межлуночного пространства.

Течение в лунках

Сферические лунки неосознанно использовались человечеством уже несколько веков. Мячи для игры в гольф покрыты массивом сферических лунок, что обеспечивает низкое гидравлическое сопротивление мяча и, как следствие, большую дальность полета [1].

В работе [1] представлено множество исследований по визуализации течений в одиночной лунке и массиве лунок. Лунка служит источником сильного неустойчивого вихреобразования со сменяющимися по направлению (левое или правое относительно направления течения) выбросами завихренных потоков среды из лунки. Характер вихреобразования в лунке сильно зависит от соотношения h/D и числа Рейнольдса

$$Re_D = \frac{W_\infty \cdot D}{\nu}, \quad (2)$$

где W_∞ - скорость набегающего потока, м/с; D – диаметр лунки, м; ν – кинематическая вязкость среды, м²/с, h – глубина лунки, м. Влияние таких выбросов на обтекание массивов лунок представлено на рисунке 2. Кроме того, на склонах лунок могут возникать вихри Гёртлера.

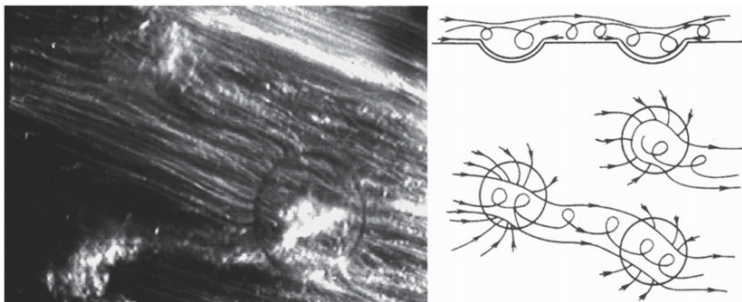
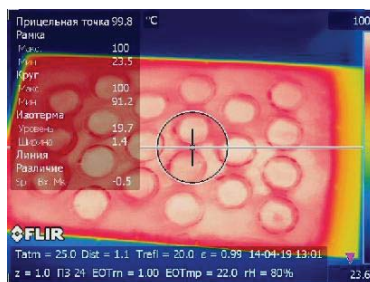
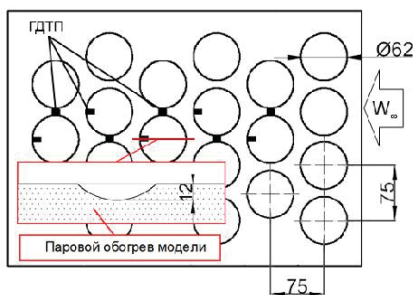


Рисунок 2. Визуализация обтекания сферических выемок: $Re = 5 \cdot 10^4$, $D = 20$ мм, $h/D = 0,2$. Поток направлен слева направо [1]

Эксперимент

Моделью служит участок поверхности, покрытый лунками с соотношением $h/D = 0,2$ и диаметром $D = 62$ мм (рисунок 3 а). Расстояния между лунками в продольном и поперечном направлении были выбраны одинаковыми и равными 75 мм. Модель выполнена из латунного и медного листа толщиной 0,2...0,4 мм. Лунки обогревались



а) б)

Рисунок 3. Схема (а) и контроль изотермичности (б) модели облученной поверхности

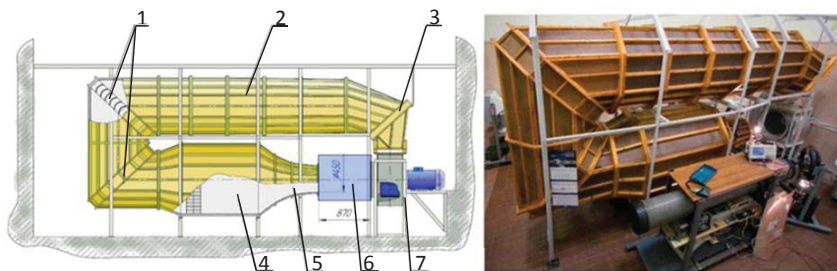
насыщенным паром с температурой, близкой к 100°C . Изотермичность поверхности была проверена при помощи инфракрасной камеры FLIR P640 (рисунок 3 б).

Исследования проводились на аэродинамической трубе АТ-1 кафедры «Теоретические основы теплотехники» «СПБПУ» (рисунок 4). Выполнены совместные измерения плотности теплового потока в зоне установки датчика и поля скорости в области, близкой к датчику (аналогично методу, представленному в работе [4]). Плотность теплового потока измерялась при помощи градиентных датчиков теплового потока (ГДТП) [3], а поле скорости – методом Particle Image Velocimetry (PIV) [6].

Действие ГДТП основано на поперечном эффекте Зеебека: при прохождении теплового потока через пластину с анизотропией теплофизических и термоэлектрических свойств возникает термоЭДС, нормальная вектору теплового потока и пропорциональная тепловому потоку. [3]. В эксперименте использовались ГДТП из монокристалла висмута, созданные в «СПбПУ». Схема и внешний вид ГДТП из висмута представлена на рисунке 5. Размеры в плане используемых в опыте ГДТП 2x2 мм, толщина 0,2 мм. В работе [1] отмечено, что при попытке исследовать течение в лунке введением

термоанемометра структура потока нарушалась; таким образом, малые размеры ГДТП являются важным условием исследования теплообмена в сферических лунках.

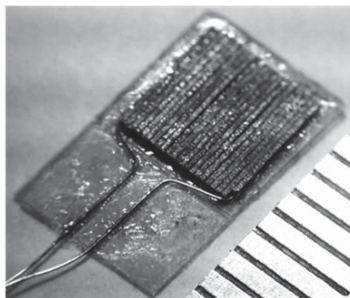
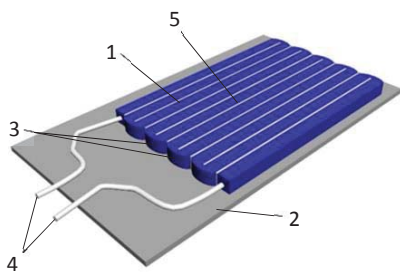
Схема размещения ГДТП на модели представлена на рисунке 3 (а). В работе [3] было показано, что максимум плотности теплового потока достигается на нижнем по потоку краю лунки. Для того, чтобы выявить зависимость данного максимума от положения лунки в массиве, ГДТП был размещен на расстоянии $0,9D$ от верхнего по потоку края лунки. Для каждого ряда контрольный ГДТП был размещен на гладкой поверхности близи лунки; это позволило оценить влияние турбулизации потока на теплообмен на необлуненной поверхности



а) б)

Рисунок 4. Схема (а) и фотография (б) аэродинамической трубы АТ-1 кафедры ТОТ «СПбПУ»:

- 1 – повороты с лопатками, 2 – обратный канал, 3 – водо-воздушный теплообменник,
4 – форкамера с хонейкомбом, 5 – конфузор, 6 – камера Эйфеля,
7 – центробежный вентилятор



а)

б)

Рисунок 5. Схема (а) и общий вид (б) ГДТП на основе висмута (шкала в мм):

1 – анизотропный термоэлемент, 2 – подложка из слюды, 3 – спаи из чистого висмута,

4 – токовыводы, 5 – лавсановые прокладки.

Результаты

Мы измеряли плотность теплового потока в лунках со второго по шестой ряды. На рисунке 6 представлена зависимость относительного коэффициента теплоотдачи внутри лунок. Коэффициент теплоотдачи i -го ряда $\alpha^{лун}_i$ был отнесен к коэффициенту теплоотдачи во втором ряду $\alpha^{лун}_2$. Коэффициент теплоотдачи уменьшается с увеличением номера ряда. Режимы с низкими числами Рейнольдса ($Re = 2100$ и 4500 ; $W_\infty = 0,5$ и $1,1$ м/с соответственно) сильно отличаются от остальных, что, возможно, связано с заметным вкладом естественной конвекции.

Как показано в работе [5], максимальный коэффициент теплоотдачи на задней кромке лунки достигается при сильном обратном течении. На рисунке 7 изображены поля скорости (векторное и скалярное) для лунки во втором и шестом рядах при числе Рейнольдса $Re = 13400$. Несмотря на то, что модуль средней скорости вблизи датчика меняется слабо, область обратного течения значительно уменьшается. Это говорит об уменьшении области вихреобразования внутри лунки и снижении коэффициента теплоотдачи.

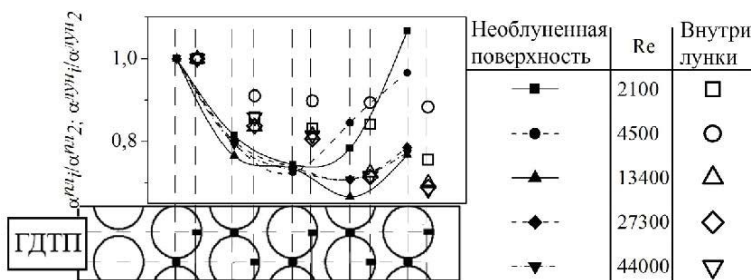


Рисунок 6. Относительные коэффициенты теплоотдачи внутри лунки и на необлуженной поверхности



Рисунок 7. Скалярное и векторное поля скорости для лунки в ряду 2 (а) и в ряду 6 (б)

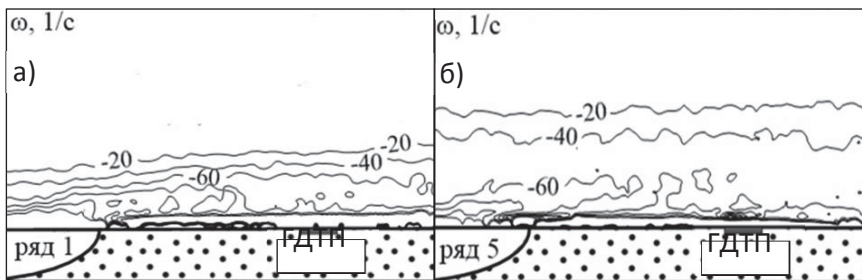


Рисунок 8. Поле завихренности для поверхности между 1 и 3 рядами (а) и за 5 рядом (б)

На рисунке 6 также изображены зависимости относительного коэффициента теплоотдачи на поверхности вблизи лунки. Коэффициент теплоотдачи на необлуженной поверхности i -го ряда $\alpha_{n,i}$ был отнесен к коэффициенту теплоотдачи на необлуженной поверхности второго ряда $\alpha_{n,2}$. Наблюдается экстремум с минимумом в 4–5 рядах. Первоначальное ослабление теплообмена связано с уменьшением скорости потока над массивом лунок. Над плоскостью в шестом ряду наблюдается гораздо более обширная зона с ненулевой средней завихрен-

ностью (рисунок 8). Мы считаем, что это вызвано интерференцией большого количества вихрей, вырывающихся из лунок, расположенных выше по потоку. Такой эффект ведет к лучшему перемешиванию нагретых пристенных потоков воздуха с холодным набегающим потоком, что объясняет повышение относительного коэффициента теплоотдачи за пятым рядом.

Заключение

В работе показано влияние лунок на структуру обтекания и теплоотдачу от всего массива в целом. Основные выводы работы:

- образующиеся в лунках вихри интенсифицируют теплообмен на всей поверхности;
- завихрённость потока компенсирует ухудшение теплообмена, вызванное снижением скорости;
- Улучшение теплообмена внутри лунки связано с появлением обратного течения в нижней части лунки.

Лунки не только обеспечивают повышенный коэффициент теплоотдачи по сравнению с гладкой поверхностью [1 – 3], но и позволяют интенсифицировать теплообмен на всей облуненной поверхности за счет турбулизации потока и увеличения его завихрённости.

Благодарности

В настройке системы PIV принимали участие сотрудники Института теплофизики им. С. С. Кутателадзе СО РАН Д. М. Маркович и А. С. Небучинов, ассистент кафедры ТОТ «СПбПУ» С. А. Можайский участвовал в создании модели облуненной поверхности.

Список обозначений

- ГДТП – градиентный датчик теплового потока;
ТА – теплообменный аппарат;
ЭДС – электродвижущая сила;
 D – диаметр лунки, м;
 F – площадь поверхности теплообмена, м^2 ;
 h – глубина лунки, м;
 i – номер ряда в котором расположен ГДТП;
 k – коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;
PIV – particle image velocimetry;
 Q – мощность теплообменника, Вт;
 Re_D – число Рейнольдса;
 W_∞ – скорость набегающего потока, м/с;
 $\alpha_{i, \text{лун}}^{\text{лун}}$ – коэффициент теплоотдачи внутри лунки i -го ряда $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;
 $\alpha_{i, \text{нл}}^{\text{нл}}$ – коэффициент теплоотдачи на необлуненной части поверхности в i -м ряду $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;
 $\overline{\Delta t}$ – средний температурный напор, К;
 ω – завихрённость, 1/с;

ЛИТЕРАТУРА:

1. Теплогидравлическая эффективность перспективных способов интенсификации теплоотдачи в каналах теплообменного оборудования / Ю.Ф. Гортышов, И.А. Попов, В.В. Олимпиев, А.В. Щелчков, С.И. Каськов. Казань: 2009. 531 с.
2. Chudnovsky Ya., Kozlov A. Heat transfer enhancement and fouling mitigation potential due to dimpling the convective surfaces. International Heat Transfer Conference. Paper № HTE–21. Sidney. Australia. 2006. 10 p.
3. Основы градиентной теплотометрии / С.З. Сапожников, В.Ю. Митяков, А.В. Митяков. СПб.:Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 203 с.
4. Simultaneous PIV and gradient heat flux measurement of a circular cylinder in a cross-flow / A.A. Gusakov, A.S. Kosolapov, D.M. Markovich et al. // Applied mechanics and materials. 2014. Vol. 629. P. 444-449.;
5. Маркович Д.М. Возможности совместного применения PIV и градиентной теплотометрии / Д.М. Маркович, А.С. Небучинов, А.А. Гусаков, А.В. Митяков, В.Ю. Митяков, С.А. Можайский, С.З. Сапожников // Оптические методы исследования потоков: Тр. 12-й Междунар. науч.-техн. конф. М.: 2013.
6. «ПОЛИС» измеритель полей скорости [Электронный ресурс]/Институт теплофизики СО РАН, Новосибирск. - Режим доступа: <http://www/itp.nsc.ru/piv/piv.htm>.

УДК: 338.28

Л.А. Семенова, Н.Г. Семенова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТРЕМУМОВ НЕСИНУСОИДАЛЬНОГО СИГНАЛА

DETERMINATION EXTREMUM OF THE NON-SINUSOIDAL SIGNAL

Аннотация. Произведена сравнительная характеристика методов спектрально-временного анализа несинусоидальных функций. Рассмотрен алгоритм эмпирической модовой декомпозиции с использованием *B*-сплайнов. Представлена методика определения экстремумов, включающая в себя следующие процедуры: локализация экстремумов в относительных единицах интервала несинусоидального сигнала $x(t)$; отсеивание экстремумов; определение абсцисс экстремумов в абсолютных единицах. Предложено поиск экстремумов осуществлять на основе метода парабол и пошагового переноса интервала аппроксимации по всему временному ряду $x(t)$. Отсеивание ложных сигналов осуществляется по критерию среднеквадратичного отклонения. Разработанная авторами методика определения экстремумов несинусоидальных сигналов программно реализована в MatLab.

Предложенная методика является универсальной, так как может быть применена при исследовании и анализе нелинейных, динамично изменяющихся функций в различных областях научного знания: электроэнергетике, электротехнике, радиотехнике, медицине, геодезии, экономике и др.

Ключевые слова: разложение несинусоидальной функции, эмпирическая модовая декомпозиция, локальные экстремумы.

Abstract. The comparative characteristic methods of spectral and temporal analysis of non-sinusoidal functions. An algorithm for empirical mode decomposition using B-splines. The technique of determining extremum, which includes the following procedures: localization of extremum in relative units interval non-sinusoidal signal $x(t)$; screening extremum; definition abscissa extremum in absolute units. It is proposed to carry out search of extremum on the basis of parabolas and step transfer interval approximation throughout the time series $x(t)$. Developed by the authors method of determining the extremum of non-sinusoidal signals and software implemented in MatLab-e.

The proposed technique is versatile, as it can be used in the study and analysis of non-linear, dynamically changing functions in the various fields of scientific knowledge: the electric power industry, electrical engineering, radio engineering, medicine, surveying, economics, and others.

Keywords: Analysis of non-sinusoidal function, empirical mode decomposition, local extremum.

Создание и развитие крупных энергообъединений на уровне национальных и транснациональных энергосистем, приводит к тому, что система приобретает новые свойства, которые в частности, проявляются в возникновении общесистемных колебаний ее режимных параметров. Для анализа таких регистрируемых процессов в энергосистемах нужны методы, способные обеспечить адекватную с определенной степенью точностью идентификацию и по частоте, и по времени, и по амплитуде. Это требуется для локализации низкочастотных составляющих, выявления компонент высокой частоты, идентификации нелинейных процессов.

Все применяемые в настоящее время методы спектрально-временного анализа условно могут быть разбиты на три группы, в зависимости от области их применения [1].

К первой группе принадлежат методы, использующие преобразование Фурье и предназначенные для исследования линейных и стационарных процессов. Основным их достоинством является классически проработанная теория. К недостаткам следует отнести: использование априорно заданного базиса (функций синуса и косинуса, меандровых функций Уолша) и затрудненность получения информации о локализации во времени амплитудных и частотных компонент сигнала.

Ко второй группе методов, предназначенных для исследования линейных и нестационарных процессов, могут быть отнесены вейвлет-анализ, методы Вигнера-Вилла и Прони. Достоинством этих методов является: получение информации о спектральном составе исследуемого процесса и его изменении во времени или пространстве. К недостаткам следует отнести использование априорно заданного базиса (вейвлеты Хаара, Мейера и др.), что вносит дополнительную погрешность в область исследования.

К третьей группе следует отнести эмпирический метод декомпозиции (Empirical mode decomposition – EMD), предназначенный для исследования нелинейных (несинусоидальных) и нестационарных процессов. Основным достоинством метода является формирование адаптивного базиса, функционально зависящего от изменения исходных данных. Метод представляет собой итерационную вычислительную процедуру разложения исходных данных на эмпирические моды или внутренние колебания – IMF (intrinsic mode functions).

Сравнительный анализ рассмотренных методов выявил, что наиболее достоверным при исследовании нелинейных и нестационарных процессов, протекающих в электроэнергетических системах, является эмпирический метод декомпозиции, на основании которого в данной работе представлен алгоритм метода EMD.

Сущность метода EMD [2] заключается в последовательном вычислении эмпирических мод $c_j(t)$ и остатков $r_j(t) = r_{j-1}(t) - c_j(t)$, где $j = 1, 2, 3 \dots n$ при $r_0 = x(t)$. В результате чего исследуемый несинусоидальный сигнал может быть представлен в виде суммы модовых функций $c_j(t)$ и конечного остатка $r_n(t)$:

$$x(t) = \sum_{j=1}^n c_j(t) + r_n(t), \quad (1)$$

где $x(t)$ – анализируемый несинусоидальный сигнал;

n – количество эмпирических мод, которое определяется в ходе вычислений.

Алгоритм эмпирической модовой декомпозиции с использованием **B**-сплайновой аппроксимации включает следующие этапы:

1. Определение экстремумов (максимумов и минимумов) несинусоидального сигнала $x(t)$.

2. Определение среднего B-сплайна $b_m(t)$.

3. Извлечение мод $c(t) = x(t) - b(t)$.

4. Проведение итерационного процесса пп. 1-3.

5. Завершение итерационного процесса при получении остатка $r(t) = x(t) - c(t)$ в виде монотонной функции.

В данной работе подробно рассмотрено выполнение первой процедуры, заключающейся в локализации экстремумов исходного сигнала.

Проведенный анализ литературы [3, 4] показал, что выбор метода поиска экстремумов определяется априорной информацией о временном ряде $x(t)$. В данном исследовании локализацию экстремумов предлагается осуществлять с помощью метода парабол [4], основанного на дифференциальном исчислении. Однако указанный метод позволяет определить только локальный экстремум на участке функции. В то же время для выполнения первого этапа алгоритма EMD требуется нахождения всех экстремумов временного ряда, поэтому в данной работе предлагается использовать пошаговый перенос интервала аппроксимации по всему временному ряду $x(t)$.

В рамках выполнения первого этапа «Определение экстремумов несинусоидального сигнала $x(t)$ » авторами предложено использовать следующие процедуры:

- локализация экстремумов в относительных единицах интервала несинусоидального сигнала $x(t)$;
- отсеивание экстремумов;
- определение абсцисс экстремумов в абсолютных единицах.

Выполнение первой процедуры «Локализация экстремумов в относительных единицах интервала несинусоидального сигнала $x(t)$ » осуществляется посредством аппроксимации на интервале Ta исходного несинусоидального сигнала $x(t)$ полиномом второй степени и приравниванием к нулю его первой производной. Выявление всех экстремумов определяется путем последовательного сдвига интервала Ta на шаг h .

Используя в качестве аппроксимирующей функции полином второй степени $y(t) = a_2 t^2 + a_1 t + a_0$, сначала определяются коэффициенты аппроксимирующей параболы с помощью системы линейных уравнений [4]:

$$\begin{aligned} b_{00}a_0 + b_{01}a_1 + b_{02}a_2 &= c_0, \\ b_{10}a_0 + b_{11}a_1 + b_{12}a_2 &= c_1, \\ b_{20}a_0 + b_{21}a_1 + b_{22}a_2 &= c_2. \end{aligned} \quad (2)$$

$$\text{где: } b_{kl} = \sum_{i=-Ta/2}^{i=Ta/2} t_i^{k+l}; \quad c_k = \sum_{i=-Ta/2}^{i=Ta/2} t_i^k y_i, \quad k, l = 0, 1, 2;$$

Ta – интервал аппроксимации.

Приняв за относительный нуль середину интервала аппроксимации Ta (рисунок 1), коэффициенты a_2, a_1, a_0 определяются выражениями:

$$a_2 = \frac{b_{00}c_2 - b_{20}c_0}{b_{22}b_{00} - b_{20}b_{02}}, \quad a_1 = \frac{c_1}{b_{11}}, \quad a_0 = \frac{c_0 - b_{02}a_2}{b_{00}} \quad (3)$$

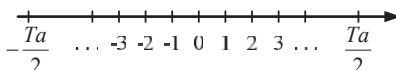
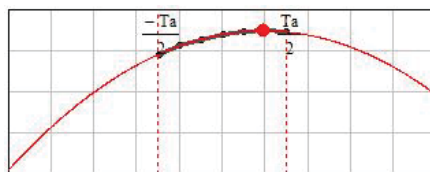


Рисунок 1. Представление (вид) интервала аппроксимации

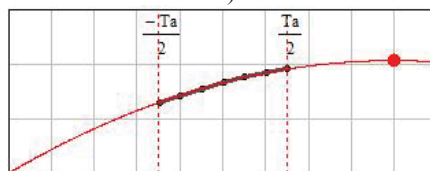
Координаты локального экстремума аппроксимирующей параболы в относительных единицах – T_{ext}^{omh} определяются выражениями (4), (5) только для точек, принадлежащих интервалу Ta (рисунок 2, а):

$$y'(t) = a_1 + 2a_2 T_{ext}^{omh} = 0, \quad (4)$$

$$y(T_{ext}^{omh}) = a_2 T_{ext}^{omh 2} + a_1 T_{ext}^{omh} + a_0. \quad (5)$$



а)



б)

Рисунок 2. График аппроксимирующей параболы с принадлежащими (а) и не принадлежащими (б) интервалу Ta экстремумами

Для исключения «ложных» экстремумов нами введена процедура «Отсевание экстремумов», в рамках которой отсеиваются те экстремумы, у которых наибольшее среднеквадратичное отклонение (СКО) на интервале аппроксимации Ta .

На каждом интервале Ta определяется среднеквадратичное отклонение σ (рисунки 3 а, б), позволяющее судить о точности аппроксимации исходных данных полиномом второй степени:

$$\sigma = \sqrt{D}, \quad (6)$$

где D – дисперсия;

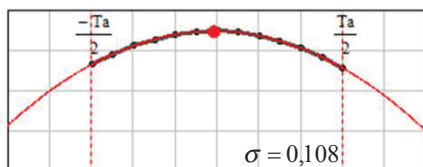
$$D = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=0}^{n-1} (\Delta O_i - \bar{O})^2, \quad (7)$$

где n – длина интервала аппроксимации;

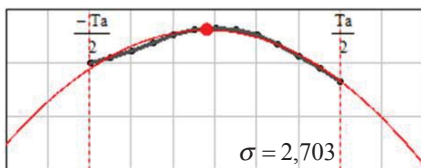
ΔO_i – значение i -ой погрешности аппроксимации;

$\bar{O}$ – среднее арифметическое значение погрешности.

Результаты выполненных первых двух процедур представлены на рисунках 3 а, б. Построенные аппроксимированные функции отличаются сдвигом интервала Ta на шаг h и значением σ . В результате анализа СКО двух аппроксимированных функций заданного несинусоидального сигнала экстремум на рисунке 3 б) отсеивается.



а)



б)

Рисунок 3. Локализация экстремумов и аппроксимация на интервале T_a

Так как в рамках выполнения первых двух процедур определяются абсциссы локальных экстремумов в относительных единицах интервала T_a (от 0 до целочисленной части $|Ta/2|$, рисунок 1), то для перевода их в абсолютные единицы проводят третью процедуру «*Определение абсцисс экстремумов в абсолютных единицах*», которая осуществляется в соответствии с выражением (8):

$$T_{ext}^{abc} = T_{\Delta+t}^{abc} + (T_{ext}^{omn} - t) \cdot (T_{\Delta+t}^{abc} - T_{\Delta+t-1}^{abc}), \quad (8)$$

где T_{Δ}^{abc} – координата абсциссы середины интервала аппроксимации в абсолютных единицах;

t – округленное до меньшего целого T_{ext}^{omn} .

На рисунке 4 представлены результаты первого этапа EMD, включающего рассмотренные процедуры и позволяющие определить координаты всех экстремумов смоделированного несинусоидального сигнала $x(t)$.

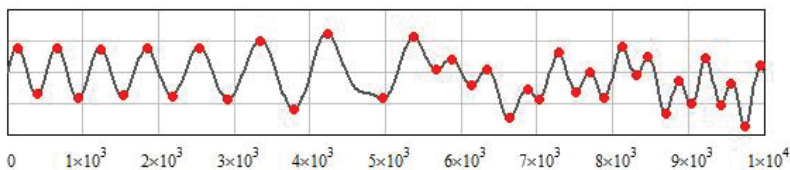


Рисунок 4. Иллюстрация выполнения первого этапа EMD – определение экстремумов

Разработанная авторами методика определения экстремумов несинусоидальных сигналов программно реализована в MatLab-е и зарегистрирована в Университетском фонде электронных ресурсов Оренбургского государственного университета [5]. Данная методика является универсальной, может быть применена при исследовании и анализе нелинейных, динамично изменяющихся функций в различных областях научного знания: электроэнергетике, электротехнике, радиотехнике, медицине, геодезии, экономике и др.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бердин, А. С. Выбор метода частотно-временного анализа для анализа регистрируемых процессов в энергосистемах / А. С. Бердин, Л. А. Семенова // Энергетика: состояние, проблемы, перспективы : труды Всероссийской научно-технической конференции, Оренбург, 23-25 октября 2012 г. Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2012. – С. 132-137.
2. Norden, E. Huang. The Hilbert-Huang transform and its applications / Norden E. Huang, Samuel S.P. Shen. – World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2005. – 309 p.
3. Сухарев А. Г. Курс методов оптимизации : учеб. пособие / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. – 2-е изд. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 368 с.
4. Гладких, Б. А. Методы оптимизации и исследование операций для бакалавров информатики. Ч. II. Нелинейное и динамическое программирование : учебное пособие. – Томск : Изд-во НТЛ, 2011. – 264 с.
5. Св-во о регистрации прикладной программы «Идентификация экстремумов вариативных сигналов с неравномерным шагом дискретизации» / Семенова Л. А.; УФЭР. – № 1044 ; опубли. 24.11.14.

УДК: 338.28

И.Н. Соломин, Р.А.Садыков, А.З. Даминов, В.А. Футин

РАЗРАБОТКА ТУРБИНЫ ДЛЯ ОЦР-УСТАНОВКИ, ПРИМЕНЯЕМОЙ В РАЙОННОЙ КОТЕЛЬНОЙ

ENGINEERING OF TURBINE FOR ORC-UNIT FOR USE IN DISTRICT BOILER ROOM

Аннотация. В статье приводится расчет рабочего колеса осерадиальной турбины установки, работающей по органическому циклу Ренкина. Расчет проводился для реального газа с использованием модели Пенга-Робинсона. В качестве рабочего тела установки был выбран хладон R245fa, наиболее подходящий по калориметрическим свойствам для использования в цикле. В расчете использованы аппроксимационные значения коэффициентов полинома, описывающего зависимость изобарной теплоемкости от температуры для хладона R245fa. На основе балансовых расчетов энергии установлена возможность использования данных установок для генерации электроэнергии для собственных нужд на источниках распределенной теплоэнергетики, использующие в качестве теплоносителя воду.

Ключевые слова: органический цикл Ренкина, турбина, котельная, система теплоснабжения.

Abstract. The article provides the calculation of the impeller of axial-radial turbine of unit that working by organic Rankine cycle. The calculation performed for a real gas with using model of Peng-Robinson. As a working body for unit was selected refrigerant R245fa, that has the most suitable the calorimetric properties for use in the

cycle. The calculation used approximation coefficients for the polynom for describing of the dependence of the isobaric heat capacity on temperature for the refrigerant R245fa. The results of the energy balance calculations consolidates the possibility of using these units for generate electricity for their own needs on the sources of distributed heat power system, using water as a coolant.

Keywords: organic Rankine cycle, turbine, boiler room, heat supply system.

Потенциал органического цикла Ренкина (ОЦР-установка) для утилизации теплоты был открыт в конце семидесятых в начале восьмидесятых годов прошлого столетия. Комбинация ОЦР с газовыми турбинами была также исследована в восьмидесятых годах. Исследование ОЦР было приостановлено в течение, примерно одного десятилетия, но, начиная с конца девяностых годов к данному циклу вновь возобновился интерес, продолжающийся до настоящего времени.

С тех пор была исследована технология применения различных низкопотенциальных источников тепла:

- источники солнечной энергии;
- источники тепловой энергии в биотехнологии;
- геотермальные источники тепла;
- применения в системах когенерации с газовыми турбинами, в паровых циклах, ядерной энергетике, дизельных двигателях;
- утилизация невостробованной тепловой энергии.

Использование низкотемпературной (по сравнению с классическим циклом Ренкина) тепловой энергии для выработки электроэнергии способствует развитию исследований систем и установок, работающих по ОЦР, в области выработки тепловой энергии.

Технология ОЦР позволяет использовать теплоту в диапазоне от 90°C до 400°C (рис. 1). Ниже 90°C более эффективными становятся другие виды циклов термоэлектрических установок, например, цикл Калина, который использует в качестве рабочей жидкости смесь воды и аммиака. Также эффективным решением для таких источников тепла является производство тепла для целей теплоснабжения с использованием теплового насоса. Начиная с температуры 250°C и ниже, циклы ОЦР становятся конкурентными с классическими циклами Ренкина [2,3] (рис. 1.).

При использовании установок, работающих по органическому циклу Ренкина (ОЦР-установка), возможна генерация электроэнергии на источниках тепловой энергии со значительно низкими показателями температур, по сравнению с классическим циклом. Это достигается использованием органических рабочих тел в данных установках, имеющих более низкую температуру кипения по сравнению с водой. Подобными источниками, на которых возможно осуществление технологии ОЦР, являются отопительные и промышленный водогрейные котельные.

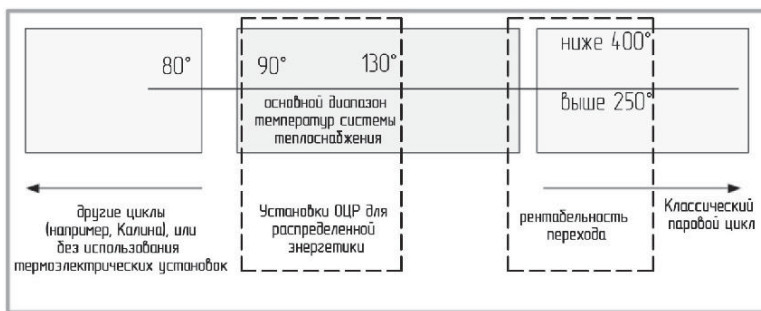


Рисунок 1. Диапазоны температур эффективности циклов

Как известно, в настоящее время широко используются температурные графики отпуска тепловой энергии (теплоносителя) с расчетными температурами теплоносителя, не превышающими значение 130°C . Генерация электроэнергии при использовании теплоносителя с такими температурами возможно только с применением в цикле органических низкокипящих хладагенов. Однако, не все хладоны могут подойти для использования в подобных условиях эксплуатации котельной. Важно выбрать такой хладагент, чтобы его возможно было вывести в жидкую фазу в условиях эксплуатации котельной. В котельной есть два источника охлаждения для вывода хладагента из состояния перегретого пара в жидкую фазу: использование воздушное охлаждение наружным воздухом и использование обратной сетевой воды (теплоносителя системы теплоснабжения). В первом случае возможно использование наружного воздуха, который в отопительный период имеет отрицательную температуру. Однако, при этом теплота, отводимая от рабочего тела установки, безвозвратно теряется в атмосфере.

Во втором случае отводимая теплота используется полезно, но потенциал охлаждения ниже, чем у наружного воздуха, т.к. обратная сетевая вода имеет положительную температуру, которая лежит в интервале $35\div 70^{\circ}\text{C}$. Такой температурой можно вывести в жидкую фазу не все хладоны. Наиболее подходящий хладагент для использования в установках, работающих по ОЦР, применяемых в котельных является R245fa. Описание калориметрических свойств и областей применения этого рабочего тела приводится в [4,5]. Стоит отметить только, что данный хладагент относится к классу сложных сжимаемых газов (веществ) с трудно описываемыми параметрами реальности.

Рассмотрим один из подходов разработки турбины, точнее ее рабочего органа, для установки, работающей по ОЦР на данном хладагенте. Расчет рабочего колеса (РК) проведем для идеального и реального газа (пара) данного рабочего тела.

Данный вид установки для действующего производства разрабатывается исходя из имеющихся фактических параметров греющего и охлаждающего теплоносителей, а целью является достижения максимальной мощности на валу турбины. При этом разработчик должен стремиться к более простой и надеж-

ной конструкции турбины. Расчет, результаты которого представлены в данной работе, проводился для установки, работающей по ОЦР, разрабатываемой для водогрейной котельной г.Казани.

Исходными данными для проведения расчета стали параметры греющего и охлаждающего теплоносителя, а также электрическая мощность установленного в котельной электропотребляемого оборудования, а именно:

- температура греющего теплоносителя – 130°C;
- температура охлаждающего теплоносителя – 65°C;
- расход греющего теплоносителя – 255 кг/с;
- расход охлаждающего теплоносителя – 255 кг/с;
- электрическая мощность котельной – 350 кВт.

Для описания термодинамических свойств газа воспользуемся данными из [4,5], где приводятся параметры критической точки хладагента R245fa.

Для описания состояния идеального газа используется классическое уравнение, основанное на уравнении Менделеева-Клапейрона:

$$p = \frac{RTZ}{v}, \quad (1)$$

где p – абсолютное давление газа Н/м²; v – удельный объем, м³/моль; T – абсолютная температура, К; R – газовая постоянная, Дж/(кг·К); Z – коэффициент сжимаемости.

Для описания состояния реального газа уравнение (1) не всегда подходит, вернее, подходит лишь для простейших газов. К более сложным газам применяют общеизвестные модели состояния Редлиха-Квона [6]:

$$p = \frac{RT}{v - b + c} - \frac{a(T)}{v(v + b)}, \quad (2)$$

Пенга-Робинсона [7]:

$$p = \frac{RT}{v - b + c} - \frac{a(T)}{v^2 - 2vb + b^2}, \quad (3)$$

а также доработанные модели Редлиха-Куона (Аунгье [8], и Соув [9]).

В уравнениях (2) и (3) коэффициенты a , b и принимают значения в соответствии с выбираемой моделью.

Для расчета потока реального газа через проточную часть рабочего колеса (РК) (рис. 2) и дальнейшего расчета параметров его геометрии воспользуемся наиболее полной моделью Пенга-Робинсона (3).



Рисунок 2. Меридиональный контур проточной части РК

При этом функцию изобарной теплоемкости опишем полиномом третьей степени с коэффициентами, полученными в результате аппроксимации фактических значений:

$$C_p = 246,94 + 2,4226T - 0,0013T^2 + 4 \times 10^{-7} T^3. \quad (4)$$

На основе термодинамического расчета задаемся параметрами точек состояния газа на входе и выходе из рабочего колеса (таблица 1).

Таблица 1.

Параметры газа на входе и выходе из РК

Параметр	Температура	Давление	Плотность	Энтальпия	Энтропия	Cv	Cp	Коэффициент сжимаемости
	(К)	(МПа)	(кг/м³)	(кДж/кг)	(кДж/кг-К)	(кДж/кг-К)	(кДж/кг-К)	
На входе в РК	382.17	1.0292	52.48	490.34	1.8427	0.95581	1.0891	0.82734
На выходе из РК	371.05	0.72	35.9	483.09	1.8423	0.93411	1.0417	0.87144

Расход хладагента исходя из заданной мощности и параметров греющего и охлаждающего теплоносителей задаем равным 28,47 кг/с. При расчете геометрических параметров колеса исходя из опыта проектирования и расчетов РК турбинной и компрессорной техники задаемся оптимальными значениями и соотношениями:

- отношение диаметров РК на выходе и входе $d_2/d_1 = 0,56$;
- отношение меридиональных скоростей на входе и выходе из колеса $c_{m2}/c_{m1} = 1,23$ (рис 3);
- отношение диаметра втулки рабочего колеса к диаметру выходной воронки $d_w/d_2 = 0,51$.

При этом:

- осевой размер стремится к минимальному значению;
- угол на входе в колесо стремится к 90° ;
- угол атаки потоком газа лопатки РК стремится к 0° .

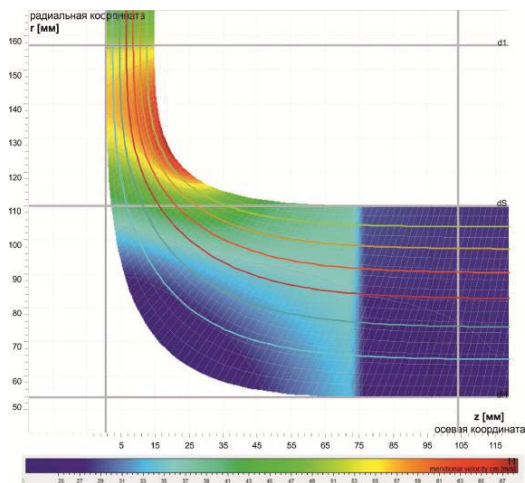


Рисунок 3. Значения меридиональных скоростей в проточном контуре РК

Задавшись данными соотношениями, определяем диаметр РК и далее все остальные конструктивные параметры. После расчета всех параметров проверяем модель течения газа в РК с помощью CFD-расчета в среде ANSYS и дорабатываем конструктивные параметры геометрии (рис.4).

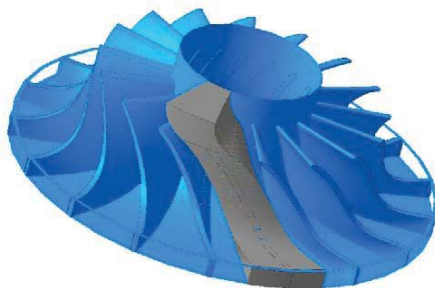


Рисунок 4. Рабочее колесо с моделью проточной части (CFD-расчет)

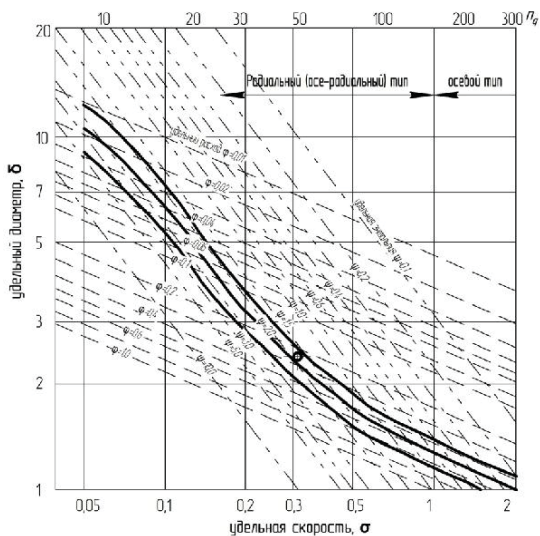
Результаты расчета геометрии РК сведены в таблицу 2.

Из результатов расчета определяем положение рабочей точки турбины. Данная точка, определяющая расходную и скоростную составляющие на диаграмме Кордье, лежит в зоне смешанного (осерадиального) потока (рис.5).

Таблица 2

Конструктивные параметры РК

Параметр	После расчета геометрии	После CFD-расчета в ANSYS и доработки по [10]	Погрешность, %
Диаметр РК на входе d_1 , мм	296,5	300,0	1,2
Диаметр втулки РК d_{II} , мм	107,4	107,5	0
Диаметр выходной воронки d_s , мм	207,5	211,5	1,9
Ширина лопаток на входе в РК b_1 , мм	16,8	15,5	9,2
Угол входа в РК, °	92,5	90	2,7
Угол выхода из РК, °	37	Распределенные по линейной зависимости 25,9 ÷ 44,8	-
Аддиабатный КПД	0,77	0,8	3,9



Углы входа и выхода газа в РК также соответствуют центробежному типу турбины с прямоугольным осерадиальным колесом (рис.6).

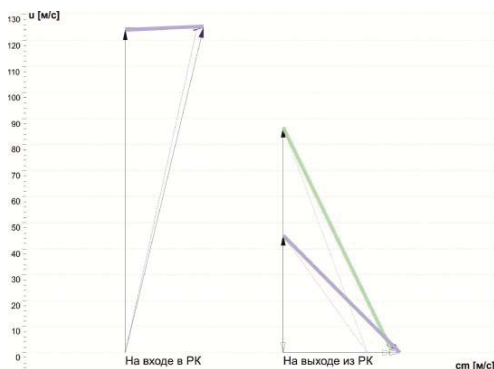


Рисунок 6. Треугольники скоростей на входе и выходе из РК

После проведения всех расчетов и уточнений геометрии РК разработана окончательная модель конструкции колеса (рис. 7).



Рисунок 7. Окончательная конструкция рабочего колеса

Выводы:

На основе результатов расчетов генерация электроэнергии для собственных нужд на источниках распределенной энергетики, в частности в водогрейных котельных, возможна при использовании установок, работающих на низкокипящем хладоне.

Центробежная турбина с осерадиальным типом РК обладает достаточной эффективностью при работе на хладоне R245fa.

Полученные коэффициенты полинома изобарной теплоемкости с достаточной точностью описывают параметры реальности хладона R245fa.

Работа выполнена при финансовой поддержке по проекту Министерства образования и науки РФ в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработ-

ки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» (Соглашение №14.574.21.0013, уникальный идентификатор RFMEFI57414X0013)

ЛИТЕРАТУРА:

1. Hung T.C., Shai T.Y., Wang S.K. A Review of Organic Rankine Cycles (ORCs) for the Recovery of Low-Grade Waste Heat// Energy. 1997. №22. P. 661-667.
2. Energetic and exergetic investigation of an organic Rankine cycle at different heat source temperatures / Li J., Pei G., Li Y., Wang D., Ji J. // Energy. 2012. V. 38. №1. P. 85-95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2011.12.032>.
3. Recovery of Low-Grade Waste Heat. Low-temperature heatvalorisation towards electricity production (LOVE) // Periodic Report Summary / [электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=FP7_PROJ_EN&ACTION=D&DOC=1&CAT=PROJ&RCN=96070.
4. Lemmon, E.W. and Span, R., "Short Fundamental Equations of State for 20 Industrial Fluids," J. Chem. Eng. Data, 51:785-850, 2006.
5. Yata, J., Hori, M. Niki, M., Isono, Y. and Yanagitani, Y. (2000). "Coexistence curve of HFC-134a and thermal conductivity of HFC-245fa". Fluid Phase Equilibria, 174:221-229.
6. Redlich, O., Kwong, J.N.S. On the Thermodynamics of Solutions. V. An Equation of State. Fugacities of Gaseous Solutions, Chemical Reviews. 44, No. 1, pp. 233-244, 1949
7. Peng, D.Y., Robinson, D.B. A New Two-Constant Equation of State, Industrial and Engineering Chemistry: Fundamentals, Vol. 15: pp. 59-64, 1976
8. Aungier, R.H. A Fast, Accurate Real Gas Equation of State for Fluid Dynamic Analysis Applications, Journal of Fluids Engineering, Vol. 117, pp. 277-281, 1995
9. Giorgio Soave, Equilibrium constants from a modified Redlich-Kwong equation of state., Chemical Engineering Science. 27, No. 6, pp. 1197-1203, 1972
10. Епифанова В.И. Низкотемпературные радиальные турбодетандеры. Учебник для вузов. – Изд. 2-е, переработанное и дополненное. М.: Машиностроение. 1974. 448 с.

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОСВОЕНИЯ
ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ**

**TECHICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF HARD-TO- RECOVER RESERVES
EXPLORATION**

Аннотация. В настоящее время доля трудноизвлекаемых запасов (ТИЗ) в составе ресурсной базы Российской Федерации возрастает ускоренными темпами. В статье дана характеристика видов ТИЗ, их содержание в структуре запасов и добычи нефти. Проанализированы факторы медленного освоения месторождений ТИЗ и установлена необходимость его ускорения. Рассмотрена система налогообложения нефтегазового комплекса и динамика изменения налоговой нагрузки на примере добывающей компании. Проведены анализ введения льгот для месторождений ТИЗ и условий их практического применения, а также оценка влияния введения «налогового маневра». Даны рекомендации по модернизации системы стимулирования добычи ТИЗ для повышения эффективности воспроизводства минерально-сырьевой базы за счет их освоения.

Ключевые слова: нефть, трудноизвлекаемые запасы, добыча, освоение, технологии, налог на добычу полезных ископаемых, стимулирование.

Abstract. Currently, the share of hard-to-recover reserves (HRR) in the resource base of Russia is increasing rapidly. The article gives a specifications of different HRR types, their value in reserves and oil production. The factors of slow HRR fields exploration are analyzed and the necessity of its acceleration is proved. Examined the taxation system of oil and gas sector and the dynamic of tax burden, exemplified by resource company. The introduction of loans' preferences for HRR fields and conditions of their real implementation are examined. Besides the impact of «tax shunt» introduction is evaluated. The recommendations for HRR stimulating system modernization are given.

Keywords: oil, hard-to-recover reserves, production, exploration, technologies, mineral extraction tax, stimulations.

Энергетический баланс изменяется по мере развития научно-технического прогресса и в результате появления новых технологий и новых источников энергии меняется представление о традиционных и нетрадиционных ресурсах углеводородов. Нетрадиционные переходят в категорию традиционных, сначала трудноизвлекаемых, затем – извлекаемых рентабельных. Этот процесс, как правило, является жизненной необходимостью для энергообеспечения страны и сохранения её конкурентоспособности, как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

В настоящее время практически две трети извлекаемых запасов Российской Федерации относятся к трудноизвлекаемым (ТИЗ). В нефтяном балансе страны эти запасы различаются по видам нефти и составляют (рис 1): тяжелой – более 16%; сосредоточенной в малопроницаемых коллекторах – 44%, высокосернистой – более 2%; высоковязкой – 11 %; в подгазовых залежах – около 8% [1]. Нередко эти виды ТИЗ сочетаются. Так, например, нефти Татарстана и Республики Коми – тяжелые, вязкие, сернистые.



Рисунок 1. Структура трудноизвлекаемых запасов нефти Российской Федерации

Кроме отмеченных выше и принятых в балансе видов ТИЗ, в эту категорию можно отнести запасы мелких и мельчайших месторождений, различных по крупности, но расположенных на труднодоступных и малоосвоенных территориях. Запасы месторождений на поздней стадии освоения с высокой степенью обводнённости также должны рассматриваться как ТИЗ. Актуальной задачей остаётся разработка классификации ТИЗ.

Год от года темпы прироста ТИЗ возрастают (рис 2). Так, например, в 2012 году запасы нефти, сосредоточенной в низкопроницаемых коллекторах – увеличились на 4,11%, а в 2013 году – уже на 6,5%, высоковязкой – на 3% и 6% соответственно, при том, что извлекаемые запасы нефти всех категорий увеличились лишь на 1,25% и 1% соответственно [2]. Таким образом, объем ТИЗ увеличивается опережающими темпами.



Рисунок 2. Ежегодные темпы прироста запасов нефти по различным категориям

Более 95% извлекаемых запасов нефти находится в распределённом фонде недр, а нераспределённый фонд представлен преимущественно ТИЗ. В «старых» нефтедобывающих регионах (республиках Татарстан и Коми) ТИЗ уже преобладают в структуре минерально-сырьевой базы, поэтому они являются основой её восполнения. Так, например, доля тяжёлых нефтей (не считая других видов ТИЗ) в балансах Республики Коми в 2005 году составляла 32%, в добыче -14%, в 2013 году - 54% в запасах и 21% в добыче; в Республике Татарстан в 2005 году 39% и 27%, в 2013 году -54% и 30% соответственно. Как следует из приведённого примера, добыча ТИЗ наращается, но темпы прироста не соответствуют доле ТИЗ в объеме запасов.



Рисунок 3. Изменения в структуре баланса и добычи Республики Коми и Татарстана

Месторождения ТИЗ отличаются неблагоприятными для извлечения геолого-физическими характеристиками и условиями залегания: коэффициенты

извлечения, темпы и экономическая эффективность их освоения существенно ниже, чем месторождений обычной нефти.

Добыча ТИЗ обходится дороже и осложнена дополнительными рисками по сравнению с обычной нефтью, т.к. требуются специальные технологии, оборудование, реагенты. Низкая рентабельность добычи ТИЗ – одна из основных причин их медленного освоения. Проблема ускоренного освоения ТИЗ как никогда актуальна.

Основными факторами медленного освоения месторождений ТИЗ являются:

- недостаточная степень их разведанности и изученности;
- необходимость применения интенсивных методов добычи с самого начала разработки;
- потребность в специальном оборудовании для обустройства и эксплуатации;
- отсутствие транспортных и инженерных сетей;
- удаленность от центров нефте- и газодобычи;
- слабое развитие непромышленной инфраструктуры.

Очевидно, что для эффективного освоения ТИЗ, необходимо внедрение инновационных технологий, а также формирование новых подходов к решению поставленных задач, что возможно реализовать посредством увеличения инвестиций в отрасль, а также благодаря эффективному государственному регулированию нефтегазового комплекса (НГК).

Система налогообложения НГК обладает высокой степенью изменчивости и, зачастую, тормозит развитие отрасли. Так, единый налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ) был введен в 2002 году в связи с вступлением в силу главы 26 Налогового Кодекса РФ взамен трех ранее действовавших ресурсных налогов: акциза, отчислений в фонд ВМСБ и платы за недра (роялти). Предыдущие налоги дифференцировались в зависимости от горно-геологических условий разработки месторождений и средней цены реализации нефти, сложившейся по компании. Ставка нового налога на добычу полезных ископаемых стала единой для всех нефтяных компаний, и, кроме того, поставлена в зависимость от цен реализации нефти на внешнем рынке, без учета других рынков сбыта.

В результате введения единого недифференцированного налога компании, имеющие новые месторождения и значительный потенциал нефти, получили значительное сокращение налоговой нагрузки. Однако для компаний, в структуре запасов которых преобладают месторождения с высокой степенью выработанности, введение НДПИ привело к существенному росту налогов. Это наглядно представлено на рисунке 3 на примере ОАО «Татнефть»

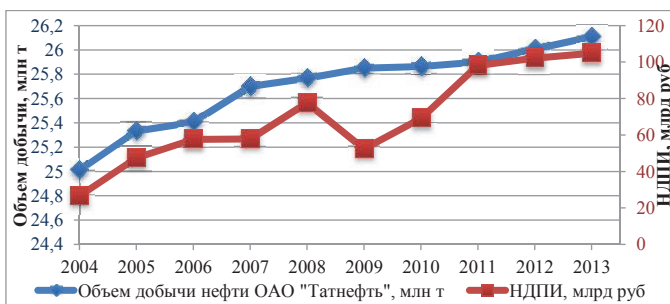


Рисунок 4. Динамика изменения объема добычи нефти и НДС по ОАО «Татнефть» [3]

Только за 2005 год превышение НДС над суммой действующих ресурсных налогов в сопоставимых условиях составило около 25 млрд. рублей. С целью компенсации такого роста налоговой нагрузки компания вынуждена была сократить средства на реализацию инвестиционных программ, остановить убыточные скважины; для сокращения затрат был разработан и реализован большой комплекс технико-технологических и организационно-экономических мер, в т. ч. и по работе с нерентабельным фондом скважин. Всего же за период с 2004 по 2013г налоговая нагрузка по НДС для компании возросла в 4 раза, в то время как объем добычи увеличился на 4% и если в 2003 году средний размер налога составлял 1058 руб./т, то в 2013 - уже 4016 руб./т.

С момента введения НДС, схема его расчета претерпела изменения и стала более дифференцированной. Государство существенно расширило налоговые льготы, и по данным Минприроды, в 2014 году более 800 месторождений нефти могут ими воспользоваться. Механизм предоставления налоговых льгот предполагает предварительные затраты на создание автономной системы учёта льготированной нефти, ведение отдельного бухгалтерского баланса по участкам добычи льготированной нефти.

Например, в ОАО «Татнефть» льготное налогообложение распространяется на пять месторождений компании с суммарной добычей в 16 млн. т в год, или около 61% от общего объема добываемой нефти. В этот перечень попало крупнейшее и наиболее старое с высокой степенью выработанности месторождение – Ромашкинское.

Для получения полагающихся льгот по НДС ОАО «Татнефть» пришлось создать дополнительно три новых пункта подготовки, три узла учёта льготированной нефти и затратить на Ромашкинском месторождении 337 млн руб., на Мордово-Кармальском - 3,5 млн. руб. На Ашальчинском месторождении была разработана новая технология подготовки практически нетекучей нефти, которая позволяет получить стандартную товарную нефть, и на создание инфраструктуры для льготирования было затрачено 52,6 млн. руб.

На Ашальчинском месторождении ведутся опытно-промышленные работы по добыче сверхвязкой нефти новым методом парогравитационного дрени-

рования. С начала работ пробурено 14 пар и введены в эксплуатацию 10 пар горизонтальных скважин, добыто около 325 тыс. т тяжелой нефти. Средняя суточная добыча на опытном участке превышает 480 т, средний дебит по 1 скважине – более 30 т. За период опытно-промышленных работ удалось сократить время бурения скважин с двух месяцев до 20-25 суток, снизить паронефтяное соотношение в добыче с 12,8 т/т до 2,8 т/т.

В начале работ себестоимость добычи 1 т сверхвязкой нефти на Ашальчинском месторождении составляла около 49 тыс. руб., к началу 2012 г. она существенно снизилась, тем не менее добыча каждой тонны сверхвязкой нефти ОАО «Татнефть» приносила одну тысячу рублей убытков, которые покрывались за счёт добычи лёгкой нефти на других месторождениях компании. С введением дополнительных налоговых льгот по снижению на 90% экспортной пошлины добыча нефти на опытном участке Ашальчинского месторождения стала рентабельной.

С момента ввода льгот удалось предотвратить падение достигнутого уровня добычи нефти. На Ромашкинском месторождении ежегодно добывается 15,2 млн т нефти, в том числе тяжелой и вязкой – более 600 тыс. т.

Однако, как было сказано ранее, фискальная государственная политика в отношении НГК обладает высокой степенью изменчивости и наметившиеся позитивные тенденции практически сходят на нет ввиду новых поправок в законодательство. Вступивший с 1 января 2015 г. Федеральный закон от 24.11.14 г. № 366-ФЗ «О внесении изменений в часть вторую Налогового кодекса РФ и отдельные законодательные акты РФ», предусматривающий «налоговый маневр», приведет к увеличению налоговой нагрузке на нефтяную отрасль. Сущность маневра заключается в синхронном изменении ставок основных налогов: ставки таможенных пошлин на нефть и нефтепродукты снижаются, ставки НДС на нефть и газовый конденсат повышаются. Кроме изменения базовых ставок, существенно поменялась и сама формула расчета НДС - в формуле появился интегральный поправочный коэффициент К_{дм}, характеризующий особенности добычи нефти.

Исходя из логики налогового маневра, большее давление на свои финансовые показатели должны испытать те компании, в структуре выручки которых вес нефтепереработки больше. И соответственно наоборот, дополнительные выгоды получают компании, фокусирующиеся на добыче и экспорте нефти. К первым можно отнести, к примеру, «Башнефть», «ТАТНЕФТЬ», «Газпром нефть», «ЛУКОЙЛ», ко вторым — «Сургутнефтегаз» и «Роснефть».

Новая редакция закона отменяет нулевую ставку НДС для сверхвязкой нефти, добываемой из участков недр, содержащих нефть вязкостью более 200 мПа*с (в пластовых условиях). Теперь эта льгота распространяется на нефть вязкостью 10 000 мПа*с и более [4].

Для оценки экономических потерь от отмены льгот, рассмотрим месторождение, расположенной в Приволжском Федеральном округе с вязкостью 273 мПа*с и годовой добычей 144 тыс т. В 2014 г компания-недропользователь не платила НДС по данному месторождению, так как оно попадало под льго-

тируемую категорию по критерию вязкости. По новому законодательству, в 2015г с месторождения необходимо будет уплатить НДС в объеме 356 млн руб в годовом исчислении, при текущем уровне цен ($K_{ц}=10,4856$ [5]), что окажет негативное воздействие на финансовые показатели компании и замедлит развитие технологических и инвестиционных планов. Из чего следует, что рентабельная добыча ТИЗ нефти в действующей налоговой системе практически невозможна.

Внедрение новых технологий и введение налоговых льгот привели за последние годы к увеличению рентабельной добычи трудноизвлекаемых запасов, но темпы прироста объемов их добычи недостаточны, они отстают от темпа прироста запасов, что ведет к постепенному сокращению ресурсной базы и ухудшению ее качества. Недавние изменения налоговой системы могут замедлить наметившиеся положительные тенденции и снизить привлекательность разработки ТИЗ для инвесторов. В целом же, система стимулирования должна способствовать:

- наиболее полному извлечению нефти на уже обустроенных и эксплуатируемых месторождениях,
- сокращению начального убыточного срока разработки новых месторождений;
- внедрению самых передовых технологий и оборудования на различных стадиях разработки месторождений;
- развитию отечественных технологий в сфере разведки и добычи ТИЗ
- вовлечению в промышленное освоение трудноизвлекаемых и нетрадиционных запасов углеводородов;
- решению социально-экономических проблем для добывающих регионов.

Трудноизвлекаемые запасы являются первоочередным резервом для воспроизводства минерально-сырьевой базы и увеличения объема добычи нефти в стране. Для обеспечения рентабельного освоения ТИЗ, налоговое стимулирование добычи должно носить долгосрочный и стабильный характер, обеспечивая для недропользователей благоприятный инвестиционный климат. Меры, принимаемые для стимулирования добычи трудноизвлекаемых запасов должны носить последовательный характер, формируя единую сбалансированную стратегию эффективного воспроизводства минерально-сырьевой базы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. В.Н. Макаревич, Н.И.Искрицкая, М.М. Копылова Роль трудноизвлекаемых запасов в восполнении сырьевой базы углеводородов РФ, Материалы Международной научно-практической конференции, Казань, 2014 г., с .33-36
2. Искрицкая Н.И Влияние структурных изменений сырьевой базы нефтяных месторождений на доходы страны. Всероссийский экономический журнал «ЭКО», г. Новосибирск, № 6, 2014 г., Стр.113-123.
3. Годовые отчеты ОАО «ТАТНЕФТЬ» с 2004 по 2013 г.

4. «Налоговый кодекс Российской Федерации» (ред. от 06.04.2015), Часть II, Глава 26, Статья 342, п 1.

5. Письмо ФНС России от 17.03.2015 N ГД-4-3/4232 "О данных, необходимых для исчисления НДС в отношении нефти, за февраль 2015 года" (17 марта 2015 г.)

УДК: 338.28

Е.Г. Катыхова

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В НЕФТЕГАЗОВОМ СЕКТОРЕ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

IMPORT SUBSTITUTION IN THE OIL AND GAS SECTOR AS A FACTOR OF ENSURING THE ENERGY SECURITY OF RUSSIA IN MODERN CONDITIONS

Аннотация. Определена роль нефтесервисных услуг в формировании инновационной системы нефтегазового сектора России. Охарактеризованы технологические и структурные изменения, происходящие в настоящее время на рынке нефтесервисных услуг. Доказана стратегическая значимость нефтесервиса для энергетической безопасности страны. Дана оценка интенсивности динамики процессов импортозамещения, происходящих в стране в условиях экономических санкций.

Ключевые слова: импортозамещение, нефтегазовый сектор, нефтесервисные услуги.

Abstract. The role of oilfield services in building-up the innovation system of Russian oil and gas sector is defined. Technological and structural changes occurring in the present oilfield services market are described. The strategic importance of oilfield service for the energy security of the country is proved. The assessment of the dynamics intensity of import substitution processes occurring in the country in terms of economic sanctions is given.

Keywords: import substitution, oil and gas sector, oilfield services.

В настоящее время развитие и успешное функционирование нефтегазового сектора российской промышленности, играющего ведущую роль в экономике страны, определяется широким внедрением инновационных технологий. От эффективности применяемых технологий, методов разведки, эксплуатации месторождений, уровня технического обслуживания зависит степень конкурентоспособности компаний нефтегазового сектора.

Важнейшими задачами инновационного развития нефтегазового сектора, на наш взгляд, являются:

- рост объемов геологоразведочных работ;
- освоение новых нефтегазоносных регионов, в частности, на шельфах арктических морей;

- вовлечение в разработку трудноизвлекаемых запасов;
- повышение коэффициента извлечения нефти на разрабатываемых месторождениях.

По данным Министерства энергетики РФ, доли российских технологий в нефтегазовой отрасли составляют: на традиционных месторождениях – 80 %, на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами – 40-60 %, на шельфе – менее 20 % [8]. На основании этих данных следует отметить, что в современных экономических условиях компании нефтегазового сектора нуждаются в масштабных инновационных программах, учитывающих интересы государства и бизнеса. Реализация этих программ возможна при условии формирования национальной инновационной системы, призванной обеспечить взаимодействие научных и промышленных организаций во всех сферах экономики. В нефтегазовом секторе «ключевым элементом, формирующим инновационную систему, является нефтегазовый сервис» [10].

Сервисное обслуживание нефте- и газодобывающих компаний, включающее бурение, ремонт скважин, поддержание в рабочем состоянии оборудования в скважине и на поверхности, можно назвать «синонимом» технического и технологического обновления отрасли. Темпы такого обновления определяют эффективность недропользования и функционирования добывающих компаний. При этом в рамках сервисного рынка увеличиваются потребности добывающих компаний в высокотехнологичных услугах (геофизика, горизонтальное бурение, гидроразрыв нефтяных пластов, применение безмуфтовых гибких труб). Таким образом, можно заключить, что развитие нефтесервиса может стать стимулом к модернизации отраслей нефтегазового сектора.

Утвержденная в 2012 г. Доктрина энергетической безопасности России верно определяет основные угрозы энергетической безопасности: «отставание отечественного топливно-энергетического комплекса в уровне научно-технического развития» (II.6), «неоправданно высокая зависимость... от импорта оборудования, сервисных и инжиниринговых услуг» (II.9.п «и»), «недостаточное финансирование научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ... и слабая реализация их результатов» (II.11. п. «з»)) [4]. Доктрина энергетической безопасности нацелена на обеспечение «эффективного использования энергетических ресурсов путем повышения конкурентоспособности отечественных производителей» (I.4). Одним из важнейших инструментов реализации Доктрины признано «стимулирование развития производства отечественного оборудования и оказания услуг в сфере энергетики, включая предоставление преференций компаниям, обеспечивающим приоритетное использование конкурентоспособного отечественного оборудования» (IV.21. п. «х»)) [4].

Нефтесервис является способом получения информации о состоянии и перспективах минерально-сырьевых ресурсов государства по результатам геологоразведочных работ, сейсморазведки, бурения, геофизических исследований скважин на суше и море [10]. Нефтесервисные услуги обеспечивают необходимый уровень добычи и транспорта нефти (проектирование разработки и обу-

стройства месторождений, ремонт скважин, автоматизация промыслов, повышение нефтеотдачи, строительство морских платформ и т.д.). В информации заключается стратегическая значимость нефтесервиса для безопасности страны, в том числе, в вопросах перевода экономики страны на высокие технологии, обеспечение государственной безопасности и ухода от сырьевой зависимости государства.

На рынке нефтесервисных услуг сегодня присутствует около 200 компаний, которые можно разделить на 3 категории: компании, связанные с ВИНК; крупные независимые нефтесервисные компании; средние и малые нефтесервисные компании.

Следует отметить, что сегодня сервисные подразделения ВИНК («Роснефти», «Сургутнефтегаза», «Башнефти» и др.) или их выделенные дочерние структуры осуществляют около 50 % работ; 30 % составляют работы, производимые международными сервисными компаниями, и только 20 % рынка приходится на долю отечественных независимых сервисных компаний [5].

Крупнейшей независимой нефтесервисной компанией на российском рынке является Буровая компания «Евразия» в составе холдинга Eurasia Drilling Company.

Важной особенностью рынка нефтесервисных услуг в России является значительная доля зарубежных игроков: Halliburton, Schlumberger, Weatherford, Baker Hughes выполняют в совокупности 18 % работ [1]. Эти компании обладают финансовыми, технологическими и кадровыми ресурсами, несопоставимыми с возможностями отечественных компаний. Иностранные технологии преобладают как в бурении, так и в геофизике. Формирование российскими и зарубежными нефтесервисными компаниями совместных предприятий до 2014 г. позволяло постепенно адаптировать импортные технологии к реальным условиям добычи в России.

В период с 2009 г. по 2013 г., характеризующийся ростом рынка нефтесервисных услуг и усилением конкуренции на нем, стало очевидным, что выделившиеся из состава ВИНК сервисные компании не обладали возможностями крупных зарубежных фирм. Данное обстоятельство стало предпосылкой для поглощений. В период с 2010 г. по 2013 г. процессы консолидации на сервисном рынке происходили весьма активно. Можно отметить слияние активов компаний «Интегра», «Геотек-Холдинг» и Schlumberger в холдинге IG Seismic Services (IGSS), а также приобретение «Газпромбанком» 46 % акций международной нефтесервисной компании ERIELL Group. Дальнейший рост рынка и масштабов решаемых задач повышает вероятность новых слияний и поглощений. Это определяется реализацией таких проектов, как разработка Ванкорского месторождения («Роснефть»), Южно-Русского месторождения («Газпром»), месторождения им. Требса и Титова («ЛУКОЙЛ» и «Башнефть»).

Начало освоения новых месторождений в труднодоступных районах со сложными горно-геологическими условиями обуславливает также технологические изменения на рынке нефтесервисных услуг. Становится необходимым внедрение новых технологий и использование более мощных буровых устано-

вок для бурения сверхглубоких скважин и протяженных горизонтальных участков. Применение горизонтального бурения повлечет за собой внедрение новейших методов гидроразрыва пласта (ГРП), контроля траектории скважины, капитального ремонта скважин.

Однако серьезной проблемой рынка бурения явилось старение парка буровых установок. Физический износ установок, выпущенных в советский период, достигает 70 %, при этом на 2013 – 2016 гг. приходится массовое списание данного вида оборудования [6]. Наметившийся после 2009 г. рост спроса на услуги по бурению, а также повышение требований со стороны ВИНК к качеству и срокам буровых работ стали предпосылкой для увеличения инвестиций в модернизацию парка бурового оборудования.

В целом рынок нефтесервисных услуг неоднороден и каждый вид работ характеризуется своими тенденциями развития. В настоящее время отмечается повышение спроса со стороны нефтяных компаний на сейсморазведку. Это связано с тем, что улучшение технологий сбора сейсморазведочных данных снижает вероятность непродуктивного бурения и, следовательно, приводит к росту эффективности инвестиций добывающих компаний. По мнению специалистов, в дальнейшем рост рынка сейсморазведки в физическом и стоимостном выражении возможен за счет активизации работ с трудноизвлекаемыми запасами, разведки новых месторождений и изучения более глубоких горизонтов по разрабатываемым месторождениям [7]. К существенному росту рынка сейсморазведки в 2014 г. по сравнению с 2013 г. привело почти двукратное увеличение объемов 3D-сеймики на шельфе [2].

Внешнеполитические изменения 2014 г., а также падение мировых цен на нефть при параллельном снижении курса рубля, привели к перелому растущей динамики нефтесервисного рынка. По данным исследовательской компании RPI, рынок буровых работ в 2014 г. сократился в физическом выражении на 7 %. Это, в свою очередь, привело к падению рынка геофизики, тесно связанного с рынком бурения, в физическом выражении на 4 %, а в стоимостном – на 3 % [2].

Установление экономических санкций привело к прекращению поставок импортного оборудования для шельфовых, глубоководных и трудноизвлекаемых месторождений, а также к приостановке сотрудничества российских и зарубежных компаний по реализации крупных проектов, связанных с поддержкой уровня добычи нефти в России на перспективу. В частности, были приостановлены:

- сотрудничество ExxonMobil и «Роснефть» по 9 проектам, включая освоение сланцевой нефти в Западной Сибири, а также разведка и бурение в Карском море;

- совместное выполнение компаниями «Газпром нефть» и Shell значимого проекта в рамках СП Salym Petroleum Development по разведке и разработке запасов сланцевой нефти баженовской свиты в Западной Сибири;

- действие соглашения между ОАО «ЛУКОЙЛ» и Total о создании совместного предприятия для освоения месторождений баженовской свиты;

- сотрудничество Halliburton с компанией «Газпром бурение».

Следует подчеркнуть, что единственная работающая в настоящее время в Арктике буровая платформа «Приразломная» обслуживается российскими компаниями, но на 90 % оснащена зарубежным оборудованием. Прекращение фирмой NOV поставок запасных частей для платформы вынудило ОАО «Газпром» обратить внимание на продукцию российских компаний.

Необходимо отметить, что основным препятствием импортозамещению в нефтегазовом секторе являлась низкая степень кооперации между научно-исследовательскими организациями, предприятиями-производителями нефтегазового оборудования и добывающими компаниями. Однако попытки решения этой проблемы предпринимаются еще с 2007 г. Тогда был создан Союз поддержки и развития отечественных сервисных компаний нефтегазового комплекса (НО «Союзнефтегазсервис»). Сегодня на базе данной некоммерческой организации российские сервисные компании обладают возможностью предоставлять заказчикам весь спектр конкурентоспособных отечественных нефтегазовых услуг в едином комплексе. Членами НО «Союзнефтегазсервис» являются только те организации, которые активно участвуют в развитии рынка нефтегазового сервиса в России и за её пределами. НО «Союзнефтегазсервис» постоянно занимается поиском российских компаний, обладающих конкурентоспособными сервисными технологиями, но не имеющих возможность самостоятельно выйти на рынок.

Наиболее значимыми результатами работы организации являются:

1. Проект по сокращению фонда бездействующих нефтегазовых скважин с привлечением научного и кадрового потенциала профильных ВУЗов и нефте-сервисных компаний.

2. Проект по созданию информационно-аналитического центра, обеспечивающего сбор, обработку и хранение всей получаемой информации по геологоразведочным работам на территории Российской Федерации. Реализация данного проекта послужила стимулом к созданию отдельной Технологической платформы на базе НО «Союзнефтегазсервис» – Российской технологической инновационной платформы «Моделирование и высокопроизводительные вычисления в нефтегазовом комплексе».

При поиске, разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений используются математические модели, требующие большого объема вычислений в достаточно сжатые сроки. Наиболее масштабные по количеству обрабатываемой информации в нефтегазовой отрасли задачи предлагает обработка данных, полученных при сейсморазведке, моделирование углеводородных систем в осадочных бассейнах, гидродинамическое моделирование в процессе добычи и т.д. Отдельные процедуры обработки сейсмических данных, требующие большого объема вычислений, без применения высокопроизводительных вычислительных систем не могут быть эффективными и результативными.

В настоящее время в России существуют конкурентоспособные программные продукты для нефтегазовой отрасли, по большинству качественных показателей превосходящие лучшие зарубежные аналоги. Многие из этих про-

дуктов применяются в крупнейших российских нефтегазодобывающих компаниях, принявших решение о частичном или полном импортозамещении продуктовой линейки [9]. Данные продукты отличаются более низкой стоимостью по сравнению с зарубежными аналогами и возможностью адаптации к специфическим потребностям российских нефтегазовых компаний. Среди наиболее успешных примеров российских суперкомпьютерных технологий можно назвать высокопроизводительный программный комплекс для гидродинамического моделирования месторождений «tНавигатор» (tNavigator) компании «РфД» и аналитическую систему Repos компании «Центр технологий моделирования» (обе компании являются членами НО «Союзнефтегазсервис»).

В настоящее время интенсивность взаимодействия добывающих компаний и производителей оборудования значительно возросла благодаря усилиям государства. По требованию Министерства промышленности и торговли РФ компаниями нефтегазового сектора были составлены каталоги оборудования, требующего замены. Помимо этого, добывающие компании получили подробную информацию о существующих отечественных поставщиках оборудования и технологий. Результатом подобного взаимодействия стали перечни первоочередной продукции, для вывода которой на рынок будет оказана господдержка. По состоянию на конец марта 2015 г. в Министерство промышленности и торговли поступило 200 проектов от 250 предприятий. Всего в программе импортозамещения будут участвовать 300 российских компаний, которые государство будет софинансировать по приоритетным проектам из Фонда развития промышленности [8].

Также в качестве положительной тенденции следует отметить создание Национальной инжиниринговой нефтегазосервисной компании, которая призвана оказывать содействие предприятиям и заказчикам при разработке новой продукции, проведении испытаний на общих опытных площадках.

В свою очередь, нефтегазовые компании создают консорциум для совместного выявления и финансирования разработок универсальной продукции. Показательным является пример ОАО «Сургутнефтегаз» - компании, не использующей зарубежное оборудование и технологии и постоянно внедряющей отечественные инновации. Сегодня компания имеет 40 договоров с машиностроительными предприятиями о разработках оборудования, в частности, и для трудноизвлекаемых запасов. Для испытания образцов новой продукции ОАО «Сургутнефтегаз» предоставляет собственные буровые установки, что снижает риск у непосредственных заказчиков.

ОАО «ЛУКОЙЛ» ежегодно проводит 700 – 800 операций по внедрению российских инноваций, главным образом, для трудноизвлекаемых запасов [8]. ОАО «Газпром нефть» активизирует внедрение отечественных технологий гидроразрыва пласта. По итогам 2014 г. данная компания оказалась лидером в освоении трудноизвлекаемых запасов в Западной Сибири благодаря применению новых химических реагентов для повышения дебита скважин.

В целом в результате установления экономических санкций доля заказов российских нефтегазосервисных компаний на рынке к 2015 г. возросла до 40 %, и тенденция к росту продолжает сохраняться.

В качестве примеров можно отметить следующие российские компании:

1. ОАО «Объединенные машиностроительные заводы» впервые в России приступило к производству заводов по сжижению природного газа (СПГ) с последующим обслуживанием. Компания имеет 5 заказов на установки мощностью по 1 млн т в год. Степень локализации завода СПГ может составить 100 %, в то время как сегодня доля импортного оборудования в них достигает 70 – 90 % [8].

2. ОАО «УВЗ-Нефтегазсервис» в 2015 г. намерено начать производство буровых комплексов грузоподъемностью 120 т, которые смогут заменить используемые сегодня китайские аналоги. Предприятие также осуществляет производство буровых комплексов грузоподъемностью 250 и 230 т.

3. ОАО РИТЭК впервые в России применило на месторождениях Баженовской свиты инновационную технологию термодобычи: разогрев нефтяной линзы под давлением позволил значительно увеличить дебит скважины [3].

Изложенное позволяет заключить, что развитие нефтегазового сектора России в современных экономико-политических условиях начинает корректироваться и увязываться с развитием и внедрением в нефтегазовых компаниях высокотехнологичных решений. Учитывая, что высокотехнологичный нефтегазовый сервис является ключевым элементом, способным обеспечить энергетическую и технологическую безопасность государства, можно утверждать, что начавшиеся процессы импортозамещения в отрасли, стимулирования развития производства отечественного оборудования, являются первыми реальными шагами на пути реализации Доктрины энергетической безопасности России.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Альков И. Синдром укрупнения / И. Альков // Oil & Gas Journal Russia, 2014, № 6 [83], с. 52 – 55.

2. Альков И. Уйти нельзя остаться / И. Альков // Oil & Gas Journal Russia, 2015, № 1 – 2 [90], с. 28 – 32.

3. Баженовская свита: в поисках большой сланцевой нефти на Верхнем Салыме // ROGTEC. Российские нефтегазовые технологии, 2014, вып. 34, с. 12 – 37.

4. Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации. Утверждена Президентом РФ, № Пр-3167 от 29.11.2012 // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.base.consultant.ru>

5. Завьялов Д. Инновации и нефтегазовый сервис / Д. Завьялов // Нефтяной сервис, 2013, с. 10 – 13.

6. Камалов Ф. Стимул для рынка бурения – нетрадиционные запасы / Ф. Камалов // Oil & Gas Journal Russia, 2014, № 6 [83], с. 56.

7. Крюков В. Борьба с непродуктивностью / В. Крюков // Oil & Gas Journal Russia, 2014, № 6 [83], с. 58.

8. Лабыкин А. Долгий путь к своим // «Эксперт», 2015, № 12, с. 20 – 21.

9. Мельников И.Г. Без отечественного нефтегазового сервиса говорить о национальной безопасности России бессмысленно // Экономика и ТЭК сегодня, 2013, № 22, с. 92 – 95.

10. Мельников И.Г. Возможность инновационного прорыва для российского нефтегазового сервиса // Нефтяное хозяйство, 2010, № 3, с. 60 – 64.

УДК: 338.28

Э.А. Мартынов

ПЕРСПЕКТИВЫ ОТКРЫТИЯ ЗАЛЕЖЕЙ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ САНДИВЕЙСКОЙ КАРБОНАТНОЙ ПОСТРОЙКИ И ИХ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ

PROSPECTS FOR OPENING DEPOSITS IN SOUTHERN SANDIVEYSKOY CARBONATE STRUCTURES AND ITS ECONOMIC ATTRACTIVENESS

Аннотация. На основе комплексного анализа результатов сейсморазведочных работ и скважинных данных в южной части сандивейской карбонатной постройки существенно детализировано строение франского и фаменского резервуаров, определены генетические и морфологические особенности рифогенных построек (риф, биогерм). Выявлены новые поисковые объекты и локализованы зоны высокеемких коллекторов в их пределах.

Ключевые слова: нефтегазоносность, карбонатная постройка, риф, биогерм, коллектор, покрывка, Тимано-Печорская провинция.

Abstract. On the basis of a comprehensive analysis of seismic surveys and well data the structure of the frasnian and famennian reservoirs in the south part of sandiveysk carbonate structure was specified, genetic and morphological features of reef structures (reef, bioherm) were determined. Revealed new search facilities and localized areas of high-collectors within them.

Keywords: petroleum potential, carbonate structures, reef, bioherm, reservoir, cap rock, Timan-Pechora province.

На территории Хорейверской впадины, входящей в состав Тимано-Печорской провинции (ТПП) широко развиты верхнедевонские карбонатные отложения, характеризующиеся разнофациальным строением. Основным объектом поисков углеводородов (УВ) в них являются рифовые резервуары.

В южной части Хорейверской впадины расположена Сандивейская рифовая постройка. Она имеет атолловидную форму и сложена рифовыми и биогермными образованиями, с которыми связаны значительные перспективы нефтегазоносности. Активное изучение Сандивейской карбонатной постройки началось в 80-х годах прошлого века. Был выполнен большой объем геолого-

разведочных работ (ГРП), в основном сейсморазведочные профильные исследования и поисково-разведочное бурение. Параллельно проводились тематические работы по обобщению результатов сейсморазведки и бурения. В результате была составлена общая модель Сандивейской карбонатной постройки, выявлены и подготовлены к бурению новые перспективные объекты. Тем не менее, из 35 пробуренных скважин только в шести был получен промышленный приток нефти и открыто 3 залежи нефти. В связи с низкими показателями эффективности ГРП (успешность бурения менее 16%), а также существенным сокращением финансирования в 1990 годах поисково-разведочные работы на нефть и газ в пределах Сандивейской постройки полностью прекратились.

В последние годы недропользователи вновь вернулись к изучению верхнедевонского карбонатного комплекса, вследствие чего в ТПП были открыты новые залежи, приуроченные к рифогенным отложениям (Баяндыское, Восточно-Ламбейшорское, Мукеркамыльское и др). Сейсморазведочными работами выявлены новые рифовые постройки, в основном одиночного типа (банки, атоллы) в пределах Печоро-Колвинского авлакогена, в зоне сочленения гряды Чернышева и Хорейверской впадины. Большое количество ранее выявленных рифовых построек до сих пор остается недоизученным, в том числе и в пределах Сандивейской карбонатной постройки.

Целью настоящей работы является уточнение и актуализация структурно-фациальной модели Сандивейской карбонатной постройки и выявление критериев для прослеживания и оконтуривания зон коллекторов с высокими фильтрационно-емкостными свойствами.

Рассмотрен район южной части Сандивейской карбонатной постройки, включающий Западно-Сандивейское месторождение (рис.1). Площадь исследования изучена поисковыми сейсморазведочными работами 2D (кратность 12), выполненными в 1979-1983 годах. В 2002 году в восточной части участка проведены детализационные работы с более высокой кратностью и плотностью расположения профилей. Степень разбуренности так же неравномерна. Всего пробурено 10 скважин, из них пять – на Западно-Сандивейском месторождении.

В палеогеографическом плане с середины франского века (доманиковое время) центральная и южная части Хорейверской впадины представляли собой глубокоководную впадину с некомпенсированным кремнисто-карбонатным осадконакоплением [1]. На приподнятых участках впадины зарождались одиночные и барьерные карбонатные постройки, в том числе и исследуемая Сандивейская. Она представляла собой кольцевую рифовую постройку атолловидной формы, сложенную органогенными известняками и вторичными доломитами. В процессе роста постройка ограничивала циркуляцию воды во внутреннюю часть атолла, формируя внутреннюю лагуну. По скважинным данным лагунные отложения представлены слоистыми известняками с прослоями сульфатов и хемогенных доломитов [2].

Для уточнения зоны распространения франского рифа и детализации смежных с ним фациальных зон была проведена геологическая

переинтерпретация временных разрезов разных лет. Во временном интервале 1,88-2,07 с выделена область нерегулярной записи или аномалия волнового поля, отождествляемая с зоной развития рифовой постройки франского возраста. С глубоководной стороны постройки выделяется шлейф органогенно-обломочных пород, которые по мере отдаления от постройки постепенно замещаются глубоководными фациями доманикового типа (рис.2). Граница между рифовым обрамлением и внутренней частью карбонатной банки следится менее уверенно, что связано с близкими акустическими свойствами геологической среды.

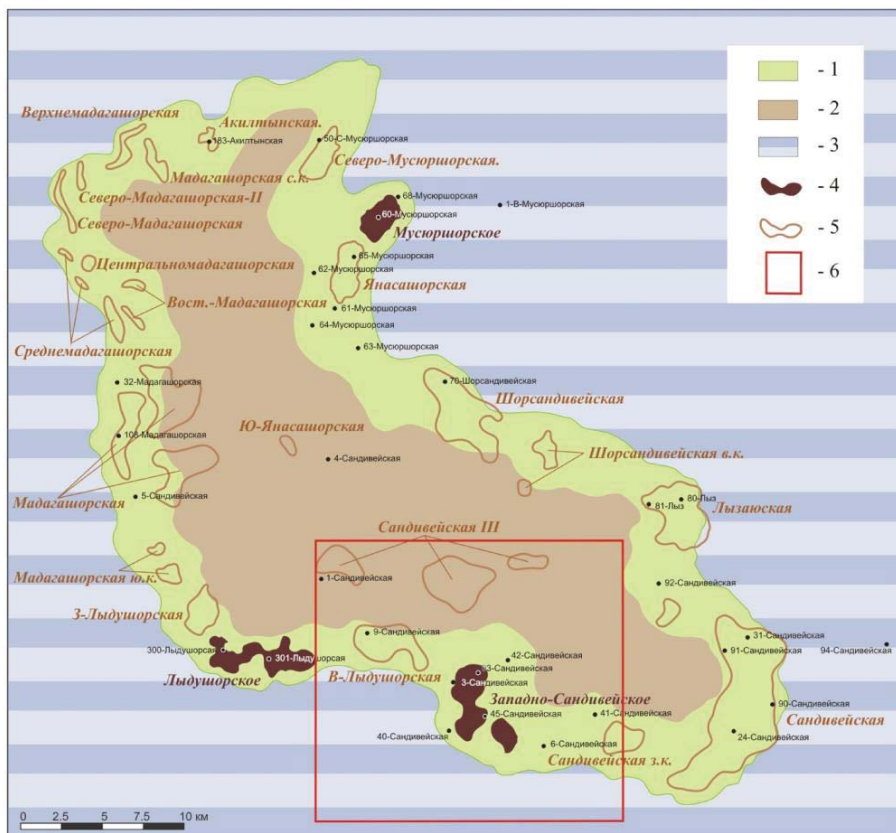


Рисунок 1. Обзорная схема Сандивейской карбонатной постройки:

1 – рифогенное обрамление атоллвидной постройки; 2 – внутренняя (лагунная) часть атоллвидной постройки; 3 – глубоководные отложения; 4 – нефтяные залежи; 5 – локальные структуры в постройках позднедевонского возраста; 6 – район исследований.

На границе франа и фамена произошли глобальные изменения в органическом мире девонского периода. Повсеместно вымирали многие виды живых организмов [3]. Главную роль в карбонатном осадконакоплении стали играть водорослевые образования. Основой для формирования фаменских водорослевых биогермов послужило рифовое обрамление франского атолла. Климатические и батиметрические условия, существующие в фаменское время, так же существенно повлияли на размеры рифогенных построек и интенсивность их роста. Так, в задонский промежуток времени водорослевые биогермы приобрели черты внутришельфовых органогенных построек, т.е. они перестали создавать сплошное карбонатное кольцо. Формировались отдельные холмообразные постройки, имеющие гораздо меньшую площадь распространения и мощность по сравнению с франскими. Межбиогермное пространство заполнялось остатками жизнедеятельности организмов и растений, органогенно-обломочным и глинистым материалом.

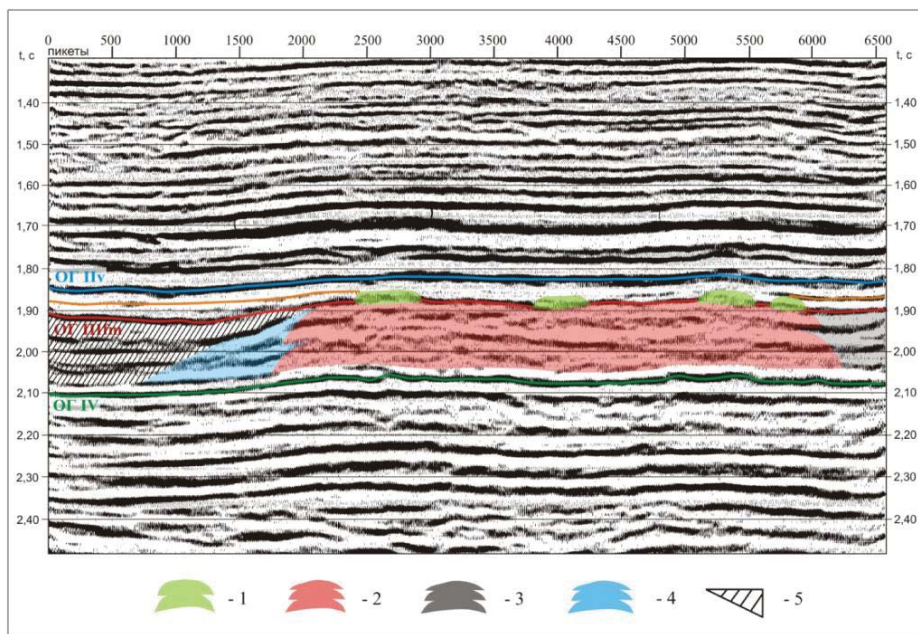


Рисунок 2. Геологическая интерпретация временного сейсмического разреза (использованы материалы ОАО «Севергеофизика», 2002)

1 – водорослевый биогерм фаменского возраста; 2 – рифогенная постройка франского возраста; 3 – внутренняя лагуна; 4 – шлейф органогенно-обломочных пород; 5 – толща заполнения глубоководной впадины. Отражающие горизонты: отражающий горизонт IIv - вблизи кровли визейского яруса нижнего карбона; отражающий горизонт IIIfm – кровля франского яруса верхнего девона; отражающий горизонт IV – кровля нижнего силура.

К началу елецкого времени осадконакопление происходило в условиях существования мелководной морской террасы с наличием в бассейне пелитоморфного глинисто-карбонатного материала [4]. В результате лишь на гребневых участках задонских построек формировались водорослевые биогермы. Таким образом, в фаменский век продолжалось синхронное наращивание франского атолла по его периметру, сохраняя кольцевую форму с внутренней лагуной. Кровля фаменских отложений в значительной степени срезана предвизейским перерывом с выпадением из разреза средне- и верхнефаменских образований.

Фаменский интервал нерегулярной записи, расположенный между отражающим горизонтом (ОГ), приуроченным к кровле верхнего девона и ОГ III^{fm} имеет, по сравнению с франским, более пластовый характер записи. Во временном интервале 1,85-1,93 с выделены области нерегулярной записи, соответствующие зоне развития холмообразных биогермов фаменского возраста (см. рис.2). В результате в пределах Сандивейской карбонатной постройки были прослежены и закартированы биогермные холмы, с которыми связаны основные перспективы нефтегазоносности.

В пределах исследуемой территории расположено Западно-Сандивейское нефтяное месторождение. В 1988 г. при испытании отложений верхнего девона в скв. 93, 45-Сандивейские в эксплуатационной колонне были получены фонтанные притоки нефти. Месторождение было поставлено на Государственный баланс полезных ископаемых. На рисунке показано сравнение структурного плана конца 80-х годов (рис.3-2) и актуализированного в рамках данного исследования с использованием специализированных программных пакетов (рис.3-1). По результатам сейсмофациального анализа, в пределах контура нефтеносности было выделено три биогермных холма, разделенных межбиогермными каналами. Именно с ними связаны зоны развития высокочемных коллекторов, которые вскрыли только две скважины – 93 и 45-Сандивейские. Сква. 42-Сандивейская попала в межбиогермные отложения, скв. 3 и 40-Сандивейские – в область глубоководного склона карбонатной постройки

На следующем этапе исследований был выполнен детальный анализ каротажных кривых ГИС и кернового материала, подтверждающий зоны развития водорослевых биогермов фаменского возраста. Так, скважиной 45-Сандивейская он вскрыт на глубине 2808-2912 м. При испытании из кровли биогерма (глубина 2808-2812 м) получен фонтанный приток нефти дебитом 142,1 м³/сут. Интервал 2816-2827 м по данным обработки промысловой геофизики характеризуется как водонасыщенный. Вынос керна не превышает 24 %, в связи с чем имеется описание только наиболее плотных разностей пород, которые представлены известняками светло-серыми сгустковато-комковатыми и вторичными доломитами. Породы выщелоченные, пористо-кавернозные. Образование вторичного пустотного пространства связано с гипергенными процессами во время предвизейского перерыва. Практически вся

толща елецких отложений, по данным керна, была подвергнута данным изменениям.

В скв. 93-Сандивейская водорослевый биогерм вскрыт на глубине 2803-2928 м. При испытании кровли биогерма получен фонтанный приток нефти дебитом 62,3 м³/сут. Ниже в интервале 2828-2835 м получен приток пластовой воды. Наличие межбиогермных отложений предполагается в скв. 42-Сандивейская. (рис.4). По структурным построениям скважина расположена в контуре нефтеносности. Тем не менее, по результатам опробования в скважине притока УВ получено не было. По керновым данным межбиогермное пространство представлено известняками серыми, скрытокристаллическими, на отдельных участках с неясным густоватым сложением, плотными, очень крепкими. Редкие трещины, согласно описания керна, залечены белым кальцитом. Данные породы не являются коллекторами и выполняют роль литологических экранов.

Таким образом, в результате комплексного анализа была актуализирована и уточнена структурно-фациальная модель Западно-Сандивейского нефтяного месторождения с использованием современного программного обеспечения. (см. рис.3-1). В разрезе продуктивные коллектора приурочены к кровельной части водорослевых биогермов елецкого и задонского горизонтов верхнего девона. Залежь сложного строения, массивная, литологически экранированная, ее высота составляет 36 м. Межбиогермные каналы делят её на 3 отдельных части. Покрышкой являются отложения тульского горизонта визейского яруса нижнего карбона. В керне породы представлены чередованием известняка темно-серого, глинистого, органогенно-обломочного и аргиллита темно-серого. Мощность покрышки варьирует от 12 до 25 м. Обновленная модель строения залежи учитывает резкие изменения фильтрационно-емкостных параметров коллекторов в разрезе и по площади. Все это позволяет более достоверно переоценить запасы месторождения и рекомендовать местоположение новых скважин для доразведки и/или разработки фаменской залежи.

К западу от Западно-Сандивейского месторождения расположена Восточно-Лыдушорская перспективная структура (рис.5). На ее северо-западной периклинали пробурена скв. 9-Сандивейская. По сейсмическим данным в пределах структуры выделено два биогермных холма, где, по аналогии с Западно-Сандивейским месторождением, прогнозируются высокые коллекторы. Скважиной 9-Сандивейская вскрыт край одного из биогермов. Это подтверждается данными исследования керна и каротажной характеристикой (см. рис.4). Фаменский биогерм однозначно выделяется только в задонском интервале разреза, елецкие отложения представлены породами межбиогермного генезиса. На основании анализа волнового поля на временных разрезах, можно предположить, что елецкая биогермная постройка имеет меньшую площадь распространения по сравнению с задонской, поэтому необходимо опровергнуть непосредственно свод Восточно-Лыдушорской

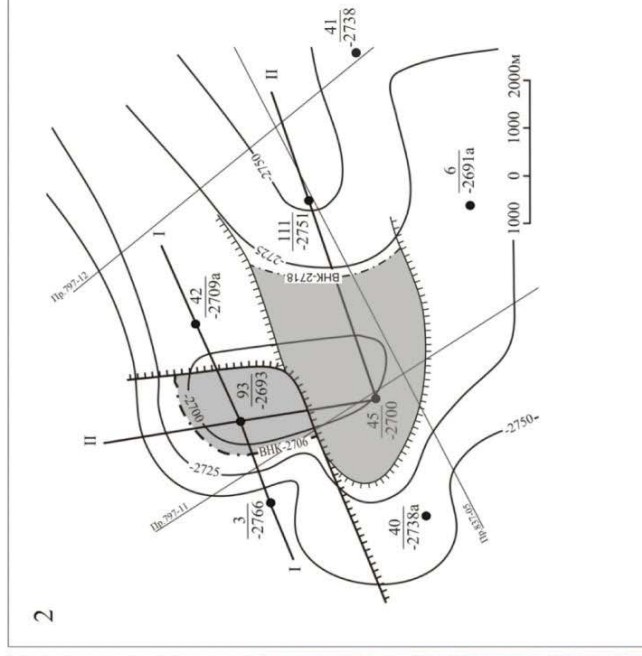
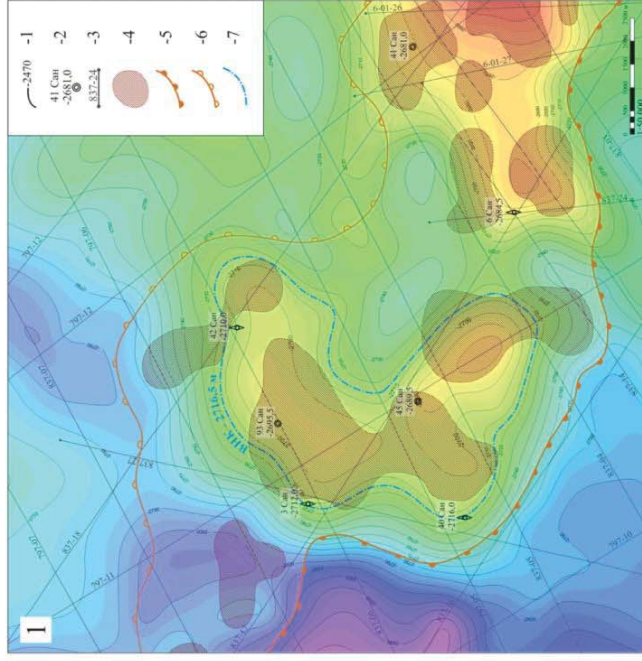


Рисунок 3. Структурная карта верхнедевонской залежи Западно-Сандивейского месторождения. 1 – современная актуализированная структурная карта; 2 – структурная карта конца 1980 годов.

1 – изогипсы (в м) кровли фаменских отложений верхнего девона; 2 – номер скважины, абсолютная отметка; 3 – сейсмические про-
филя, номера сейсмопартий; 4 – биогермные постройки фаменского возраста; 5 – граница глубоководного склона рифогенной постройки
франского возраста; 6 – граница между рифовым обрамлением и лагуной частью рифогенной постройки франского возраста; 7 – водо-
нефтяной контакт верхнедевонской залежи Западно-Сандивейского месторождения.

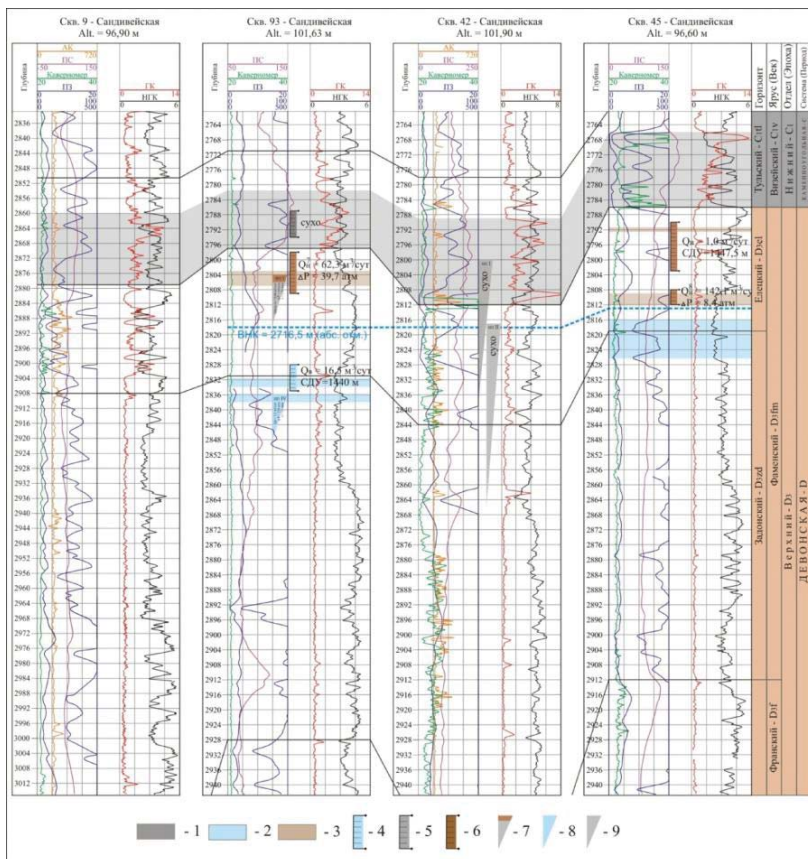


Рисунок 4. Схема корреляции по линии скважин 9-93-42-45 – Сандивейские (использованы материалы ПГО «УНГГ» 1983).

1 – покрывка тульского горизонта нижнего карбона; 2 – водонасыщенный интервал по данным обработки промысловой геофизики; 3 – нефтенасыщенный интервал по данным обработки промысловой геофизики. Результаты опробования и испытания скважины: 4 – вода (колонна); 5 «сухо» (колонна); 6 – нефть (колонна); 7 – фильтрат нефти (испытатель пластов); 8 – вода (испытатель пластов); 9 – «сухо» (испытатель пластов).

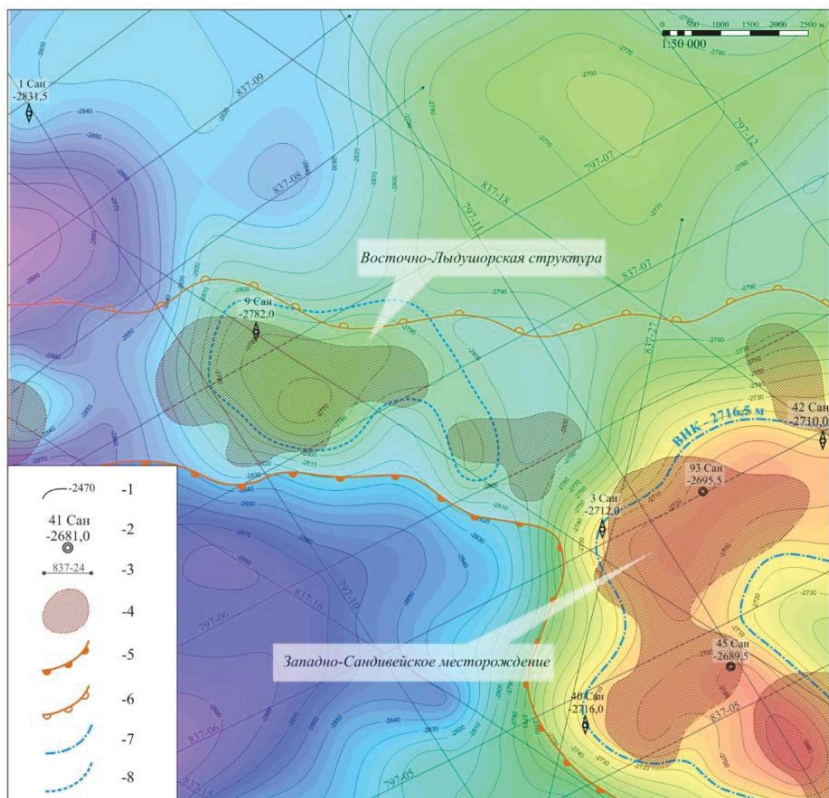


Рисунок 5. Структурная карта кровли верхнего девона.

1 – изогипсы (в м) кровли фаменских отложений верхнего девона; 2 – номер скважины, абсолютная отметка; 3 – сейсмические профили, номера сеймопартий; 4 – биогермные постройки фаменского возраста; 5 – граница крубоководного склона рифогенной постройки франского возраста; 6 – граница между рифовым обрамлением и лагуной частью рифогенной постройки франского возраста; 7 – водо-нефтяной контакт верхнедевонской залежи Западно-Синдвейского месторождения; 8 – контур Восточно-Лыдшорской структуры.

Высота возможной залежи может составить до 25 м. Коллекторы будут связаны с елецкими и, возможно, задонскими биогермами, в роли покрывки также рассматриваются отложения тульского горизонта.

Инвестиционная привлекательность перспективных нефтегазовых объектов определяется комплексом макроэкономических (цены, налоги, нормативно-стоимостная база и тарифы) и геолого-промысловых характеристик объектов, наиболее существенными из которых являются величина извлекаемых запасов, начальный рабочий дебит скважин, глубина залегания

продуктивных отложений и т.д. Существует две проблемы, сопряженные с геолого-экономической оценкой в контексте определения привлекательности ресурсной базы углеводородного сырья. Во-первых, недостаточная надежность и точность определения собственно нефтегеологических характеристик оцениваемых объектов, на которых базируется проектирование добычных проектов, и существенная неопределенность макроэкономических параметров, в условиях которых будет осуществляться их реализация, что особенно важно с учетом продолжительности данной группы проектов. Во-вторых каждый проект сугубо индивидуален, так как каждому проекту присущи уникальные значения и соотношения фильтрационно-ёмкостных свойств вмещающих пород, термобарических и гидродинамических условий существования залежей, свойств пластового флюида и т.д., комплекс которых напрямую предопределяет технологические параметры проекта, а так же геолого-технические (глубина залегания продуктивных отложений, буримость пород и т.д.) и географо-экономических (география местности, климат, наличие транспортной и производственной инфраструктуры и т.д.) условия реализации, вариации которых могут самым радикальным образом влиять на финансово-экономическую компоновку проектов.[5].

Новая структурно-фациальная модель района работ позволяет максимально точно определить такие параметры, как: величина извлекаемых запасов, начальный дебит скважин, глубина залегания продуктивных отложений, зоны развития коллекторов, а так же определять места заложения новых скважин. Таким образом, удается существенно минимизировать риски, связанные с неопределенностью геолого-промысловых характеристик нефтегазоносных объектов.

В заключение, необходимо отметить, что перспективы нефтегазоносности южной части Сандивейской карбонатной постройки достаточно высоки, о чем свидетельствуют результаты выполненной работы, по итогам которой была уточнена и существенно детализирована структурно-фациальная модель верхнедевонского природного резервуара. Выявлены и обоснованы критерии распространения зон высокеемких коллекторов. Новая модель позволяет провести переоценку запасов уже выявленных залежей УВ и ресурсов перспективных структур, рационально определять места заложения новых поисково-оценочных, разведочных и эксплуатационных скважин. Все вышесказанное, в совокупности с развитой инфраструктурой и близость потенциального потребителя, позволяет оценивать потенциальные нефтегазовые объекты в пределах южной части Сандивейской постройки, как экономически привлекательные.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Боровинских А.П., Пармузина Л.В. Типизация и характеристика карбонатных и терригенно-карбонатных массивов с целью прогнозирования их нефтегазоносности // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. –Т.7. - №2. -http://www.ngtp.ru/rub/2/20_2012/pdf

2. Москаленко К.А., Мельникова Л.И., Москаленко М.Н., Юдина Ю.А. Новые данные по строению доманиково-турнейского нефтегазоносного комплекса юга Хорейверской впадины // Материалы Второго Всероссийского литологического совещания и Восьмого симпозиума по ископаемым кораллам и рифам. - Сыктывкар, 2001. - С. 218-221.

3. Walliser O.H. Global Events and Event Stratigraphy Events in the Phanerozoic Germany. Spring – Verlag Berlin Heidelberg, 1996.

4. Жемчугова В.А. Резервуарная седиментология карбонатных отложений. – Москва: Изд-во ООО «ЕАГЕ Геомодель», 2014. – 232 с.

5. Григорьев Г.А. Инвестиционная привлекательность ресурсной базы углеводородного сырья // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2010. – Т.5. - №4. – http://www.ngtp.ru/rub/3/44_2010.pdf

УДК: 338.24

Т.А. Пикалова

КОРПОРАТИВНОЕ УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ НЕФТЯНЫХ КОМПАНИЙ

THE CORPORATE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF OIL COMPANIES

Аннотация. Рассмотрен прогноз изменения показателей наполняемости бюджетов федерального и муниципального уровней в 2015 г. вследствие снижения цен на нефть. Выявлены экономические, экологические, социальные и технологические особенности функционирования нефтяных компаний, определяющие необходимость интеграции принципов корпоративного устойчивого развития в стратегию и операционную деятельность компаний нефтяной отрасли. Определены направления реализации социальной ответственности нефтяных компаний.

Ключевые слова: корпоративное устойчивое развитие, нефтяные компании, социальная ответственность, энергетическая стратегия России, специфика деятельности нефтяных компаний.

Abstract. The forecast of changes in the indices of filling budgets of federal and municipal levels in 2015 due to the reduction of gas prices was viewed. Economic, environmental, social and technological features of the activities of oil companies that determine the need to integrate the principles of sustainable development in corporate strategy and operations activity of the oil company were identified. The directions of the implementation of the social responsibility of oil companies were examined.

Keywords: corporate sustainability, oil companies, social responsibility, Russia's Energy Strategy, particular characteristics of oil companies activity.

Понятие «устойчивое развитие», как экономическая категория, возникло сравнительно недавно – в последние десятилетия XX века. Классическое определение устойчивого развития было дано в опубликованном в 1987 году докладе

де «Наше общее будущее» Комиссией ООН по окружающей среде и развитию. Согласно этому документу устойчивое развитие — это такое развитие, при котором удовлетворяются потребности настоящего поколения, но не ставится под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности [1].

Устойчивое развитие на микроуровне (корпоративное устойчивое развитие) описывает модель triple bottom line, в которой деятельность компании рассматривается в экологическом, экономическом и социальном аспектах и формируется идея «Triple - Win Strategy» [5].

За последние несколько лет крупнейшие российские нефтяные компании заявили о начале интеграции концепции корпоративного устойчивого развития в свою деятельность. Среди них ОАО «ЛУКОЙЛ», ОАО «Газпром нефть», ОАО «Башнефть», ОАО «Татнефть» и др. Однако, переход от декларирования принципов корпоративной устойчивости к их внедрению в управление — это сложный и длительный процесс, требующий значительных финансовых ресурсов.

В 2014 году цены на нефть достигли минимума за последние лет (рисунок 1).

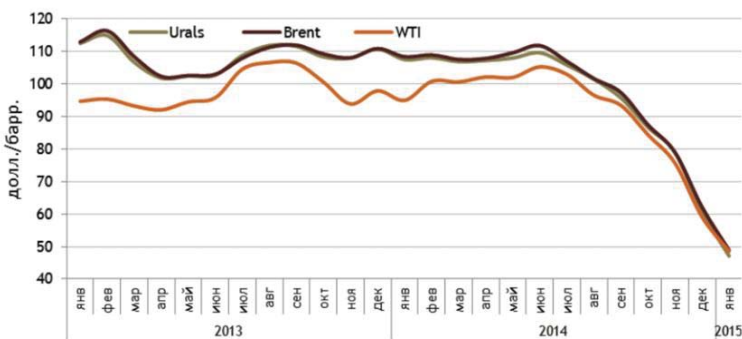


Рисунок 1. Динамика цен на нефть, долл за баррель [3]

По прогнозам экспертов снижение цен на нефть снизит доходы федерального бюджета в 2015 году на 2,35 трлн рублей (2,1 трлн рублей недополученных доходов от экспорта нефти и газа, 0,24 трлн рублей – недобор пошлин при снижении импорта на 35%), что увеличит дефицит федерального бюджета до 3,8% ВВП. При этом, в сравнении с 2014-м, в 2015 году доходы федерального бюджета сократятся с 20,4% до 17,4% ВВП; расходы вырастут с 19,5% до 21,2% ВВП. Дефицит бюджетов субъектов Федерации, а также муниципальных образований возрастёт на 0,5% ВВП (около 0,35 трлн рублей) до 1,3% [2].

Снижение цен на нефть вынуждает нефтяные компании снижать расходы, при этом в первую очередь снижаются затраты на социальные и экологические программы.

Деятельность нефтяных компаний характеризуется рядом особенностей, определяющих необходимость интеграции принципов корпоративной устойчивости в стратегию компании:

- экономические: высокая капиталоемкость и ресурсоемкость, значительные барьеры входа на рынок и выхода с рынка, истощение ресурсной базы, повышенные специфические риски, высокая степень концентрации рынков, холдинговая структура построения и сложность системы управления.

- экологические: повышенные требования к экологической безопасности, высокая вероятность возникновения аварий и техногенных катастроф, негативное влияние на экологию региона присутствия компании.

- социальные: высокие требования к обучению, подготовке и переподготовке персонала, вредное для здоровья и травмоопасное производство.

- технологические: сложный характер технологических процессов, которые требуют большого числа сервисных видов деятельности, высокая доля энергозатрат в себестоимости продукции, сокращение срока использования оборудования вследствие агрессивных сред, рост доли трудноизвлекаемых запасов.

В соответствии с проектом энергетической стратегией России на период до 2035 года устойчивое развитие ТЭКа, в т.ч. нефтяной отрасли реализуется за счет:

- процесса непрерывного повышения корпоративной эффективности (в т.ч. прямых и косвенных затрат природного капитала, человеческого и социального капитала);

- социальной ответственности компаний перед обществом, включая экологические требования и незакрепленные законодательством общественные предпочтения в отношении окружающей среды, сохранение традиций и образа жизни населения в зоне деятельности компаний, повышение уровня и качества его жизни;

- инновационного развития компаний с использованием новейших технологий и содействие партнерам своими заказами и продукцией в коллективном решении задач качественного обновления технологического базиса общества [4].

В таблице 1 представлены ключевые направления реализации политики корпоративного устойчивого развития нефтяных компаний.

Таблица 1.

Направления реализации политики корпоративного устойчивого развития нефтяных компаний

Экономика	Экология	Социальная среда
повышение эффективности добычи нефти	сокращение утечек углеводородов в окружающую среду в процессе добычи и транспортировки	создание безопасных рабочих мест
освоение новых	сокращение вредных	поддержка местных

Экономика	Экология	Социальная среда
месторождений;	выбросов в атмосферу и гидросферу	сообществ
бесперебойное снабжение качественной продукцией потребителя	снижение выбросов парниковых газов	эффективное развитие социально-экономической инфраструктуры регионов присутствия
ответственное и рациональное недропользование	переработка и обезвреживание нефтешламов	
эффективное освоение ресурсной базы за счет модернизации своих производственных мощностей, способов добычи и переработки и развитие ресурсосберегающих технологий	сокращение объема производимых токсичных отходов на объектах нефтепереработки и нефтехимии	снижение производственного травматизма и количества несчастных случаев со смертельным исходом
технологическая модернизация производства и повышение его конкурентоспособности на основе передовых технологий	повышение надежности трубопроводов и оборудования	финансирование программ по повышению квалификации персонала

Таким образом, несмотря на сложившуюся экономическую ситуацию, нефтяные компании в силу специфики их функционирования, в том числе повышенного воздействия на окружающую среду, вредности и травмоопасности производства, а также с учетом значимости результативности их функционирования в экономике страны, должны осуществлять свою деятельность в соответствии с принципами корпоративного устойчивого развития.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Доклад Всемирной комиссии ООН по окружающей среде и развитию под руководством Гру Харлем Брунтланд [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.un.org/ru/ga/pdf/brundtland.pdf>
2. Министерство финансов Российской Федерации пресс-служба. Материалы СМИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://minfin.ru/common/upload/library/2015/02/main/Materialy_SMI_02.02.15.pdf
3. Последствия низких цен для нефтяной отрасли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/4547.pdf>

4. Проект энергетической стратегии России на период до 2035 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minenergo.gov.ru/upload/iblock/621/621d81f0fb5a11919f912bfafb3248d6.pdf>

5. Elkington, J. Cannibals With Forks: The Triple. Bottom Line of 21st Century Business / J. Elkington. - Capstone, Oxford, 1997. - 402 p.

УДК: 338.28

Э.А. Ситников, В.И. Фирсов

ВАКУУМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА В НЕФТЕГАЗОХИМИИ

VACUUM TECHNOLOGY AND TECHNIQUE IN PETROCHEMICAL INDUSTRY

Аннотация. В мировой практике вакуумная технология имеет широкое применение во всех сферах жизнедеятельности человека. Для реализации «Плана развития газонефтехимии России на период до 2030 года» и исполнения нового Федерального закона «Промышленная политика Российской Федерации» предлагается расширить диапазон применения вакуумной технологии в нефтегазохимии, в т.ч. за счет многофункциональной вакуумной техники. Необходимость их применения вызвана как технико-экономическими требованиями по усовершенствованию технологических и организационных процессов для получения дополнительной прибыли за счет снижения себестоимости и улучшения качества продукции, так и ужесточением требований техногенной и экологической безопасности. Предлагается использовать вакуумную технику и вакуумные инженерные системы на многотысячных объектах нефтегазохимии: месторождениях, транспортных магистралях, объектах глубокой переработки углеводородного сырья (НПЗ, ГПЗ, химических предприятий), объектах рециклинга отходов с минимизацией влияния на окружающую среду (вакуум устраняет проблемы, а не создает их). ООО «ЭРОСТ Групп» готово выполнить эту задачу.

Ключевые слова: нефтегазохимия, вакуумные технологии и техника, структурные объекты, строительство, ремонт, вспомогательные, производственные, технологические операции, экология, безопасность, охрана труда, агрегаты, системы, параметры.

Abstract. The vacuum technology is widespread in all spheres of human life. Due to the Energy Strategy of Russia for the period up to 2030 and new Federal Law of the Russian Federation Industrial Policy it is suggested to extend the range of use of the vacuum technology in petrochemical industry, including the usage of the multi-functional vacuum technique. The necessity of application of the vacuum technology is determined both by technical and economic demands on improving technological and processing operations for getting extra profit due to reduction of production cost and improvement of product quality, and by strengthening of technology-related and ecological safety requirements. Vacuum technique and vacuum engineering systems

are supposed to be used at thousands on thousands petrochemical industrial plants: mines, traffic arteries, raw hydrocarbons deep conversion stations (oil refinery plant, gas refining plant, chemical enterprises), waste recycling plans to minimize the harmful effect on the environment (vacuum clear a problem not crate one).EROST Group LLC is ready to carry out a task.

Keywords: petrochemical industry, vacuum technology and technique, structural facilities, building industry, repair process, auxiliary, processing and technical operations, ecology, safety, Health and Safety, units, systems, characteristics.

В мировой практике вакуумная технология имеет широкое применение во всех сферах экономики, в том числе нефтегазохимии.

Компания ООО «ЭРОСТ Групп» многие годы осуществляет внедрение инновационной вакуумной техники в различных отраслях с выполнением полного цикла работ: НИОКР, рабочую проектную документацию, поставку в комплекте оборудования, приборов, технологическую оснастку для вакуумных систем, строительномонтажные работы (авторский надзор), пуско-наладку, сервис, мониторинг, поставку запчастей. Такой комплексный подход позволяет постоянно совершенствовать вакуумную технику и расширить область ее применения.

Техника ООО «ЭРОСТ Групп» сегодня работает на шахтах, рудниках (ГОК), на предприятиях металлургии, энергетики, строительных материалов, в том числе на цементных заводах, на транспортных объектах, в пищевой промышленности и т.д.

Нефтегазохимическая отрасль самая насыщенная, самая сложная и многогранная по производственным структурам, по технологическим процессам и схемам, по многотысячному перечню оборудованию, устройств, приборов, по многомиллионному перечню сырья, вспомогательных материалов, готовых продуктов и изделий.

Нефтегазохимическая отрасль одна из самых опасных по техногенным и экологическим показателям: насыщена пожаровзрывоопасными и особовредными веществами с критическими параметрами эксплуатации по температуре, по давлению, по коррозии и эрозии.

Для реализации «Плана развития газонефтехимии России на период до 2030 года» также необходима вакуумная технология и вакуумная техника. Необходимость их применения диктуется как технико-экономическими требованиями по усовершенствованию технологических и организационных процессов для получения дополнительной прибыли за счет снижения себестоимости и улучшения качества продукции, так и ужесточением требований надзорных органов по технологической и экологической безопасности на объектах всех отраслей экономики с получением международных сертификатов интегрированной системы менеджмента (ИСМ) и международных стандартов (ISO).

Вакуумные технологии и техника успешно используются на объектах нефтегазохимии:

- на стадиях добычи, подготовки и транспортировки сырья нефти и природного газа (на сушу и на шельфе):

- на нефте-газотрассах;
- на компрессорных и насосных станциях;
- на нефте-газохранилищах;
- на химических предприятиях органического синтеза, полимеров, пластика, каучука, спиртов и т.д.);
- на предприятиях неорганического синтеза (кислоты, щелочи, соли, удобрения, серы и т.д.);
- на нефтеперерабатывающих заводах;
- на газоперерабатывающих заводах;
- на предприятиях по производству товарной продукции (изделий) из химического сырья;
- на предприятиях композитных материалов и изделий из них;
- на предприятиях переработки отходов и вторсырья;
- на предприятиях по производству наноматериалов на основе химического сырья.

Сегодня мы можем предложить использовать наши вакуумные технологии и технику в нефтегазохимии:

1. при строительстве и реконструкции различных объектов в качестве строительной техники для выполнения достаточно многих строительных операций, особенно она незаменима при выполнении строительных работ по горизонтали и вертикали в стесненных условиях и в пожароопасных зонах без отрицательного влияния на окружающие объекты и на экологию, в связи с этим ее целесообразно включать в проекты организации строительства, иметь в структуре ремонтных баз предприятий;

2. при эксплуатации нефтегазохимического предприятия многофункциональная вакуумная техника необходима для выполнения множества общезаводских вспомогательных операций и услуг в качестве:

- погрузочно-разгрузочного устройства;
- транспортного средства для внутризаводских перевозок;
- устройство для очистки территорий предприятия и общезаводских сооружений;
- восстановительно-ремонтного устройства для ремонта наружных и подземных сооружений.

3. при эксплуатации нефтегазохимического производства вакуумная техника в основном вакуумные системы, необходимы для общепроизводственных операций и услуг в плановом или аварийном режиме в зависимости от производственной структуры, технологических схем и процессов, в том числе:

- внутренняя очистка технологического оборудования и трубопроводов;
- зачистка оборудования и систем очистных/сооружений и канализаций;
- очистка систем водоснабжения и других энергетических систем;
- периодическая выгрузка-загрузка в технологическое оборудование ка-

тализаторов, адсорбентов и прочее;

- выгрузка-загрузка в транспортную тару сыпучих и жидких материалов;

- зачистка транспортной тары, в том числе вагонов и цистерн;

4. в качестве производственно-технологического пневмотранспорта материалов с различными физико-химическими свойствам с минимальным влиянием на окружающую среду, при соблюдении требований пожаровзрывобезопасности и сохранения качества продукции.

5. в качестве природоохранного устройства для оперативной очистки разливов просыпей, в том числе вредных и пожаровзрывоопасных, с поверхности почвы, промплощадок, оборудования и с поверхности воды;

6. для дегазации и рекультивации загрязненной почвы, для оперативного отсоса опасных веществ из объектов зон повышенной загазованности с очисткой выбросов в атмосферу или их рециклинга с выполнением требований системы экологического менеджмента ISO 14001:2004 (законодательства в области защиты окружающей среды)

7. в качестве аварийного-спасательного и пожаровзрывозащитного устройства с выполнением требования АТЕХ-Директивы Европейского союза по снижению опасности взрыва и возгорания (вакуум снижает потенциал возможного взрыва и самовоспламенения), вакуумные системы имеют огнепреградители и взрывные клапана. Наше оборудование может успешно использоваться для предупреждения аварий, при ликвидации аварийных ситуаций и по устранению последствий от чрезвычайных ситуаций (ЧС).

8. в качестве промышленного пылесоса для обеспечения комфортности рабочих мест с осуществлением плановой и аварийной уборки от пыли промплощадок, оборудования, строительных реконструкций и др. в соответствии с требованиями менеджмента качества по профессиональной безопасности и охране труда (система OHSAS 18001-2007), а также требования санитарно-гигиенических нормативов России.

9. в качестве вспомогательного технологического оборудования по снижению отходов за счет их рецикла или переработки, по уменьшению некондиции и улучшению качества товарной продукции за счет применения вакуума:

- для удаления из нее микропримесей (пыли, стружки);

- для дегазации газонасыщенных материалов, что является выполнением требований по экологической и техногенной безопасности;

- для удаления влаги и т.д.

- в качестве технологического оборудования в производственных технологических схемах и агрегатах при выполнении физических процессов (теплообмена, массообмена, выпаривания, сушки, сублимации, компаундирования, фракционирования и т.д.), при выполнении химических процессов (термодеструкция, дегидрирование и т.д.), что позволяет минимизировать энергоемкость, материалоемкость, экологоемкость, а также расширить диапазон количества технологических процессов и химической продукции.

По мнению многих специалистов в ближайшем будущем ожидается значительный спрос на вакуумные технологии и технику, в том числе в нефтегазохимической отрасли, наличие вакуумных систем в будущем будет обязательно как сегодня системы вентиляции, пожаротушения.

Наша вакуумная техника производится в нескольких модификациях:

- передвижные вакуумные агрегаты в блоке с автошасси на моторном топливе;
- передвижные вакуумные агрегаты с привязкой к самоходным (э/генераторы-вигатели) или к стационарным (электросети), энергоисточникам;
- стационарные вакуумные системы со стационарными вакуумными агрегатами;
- стационарные вакуумные системы с передвижными вакуумными агрегатами;
- вакуумные системы с привязкой к технологическим, вентиляционным системам;
- встроенные вакуумные устройства и блоки (в/насосы, сепараторы и прочее) в технологические и/или энергетические системы (схемы или в технологические агрегаты (оборудование);
- общезаводские (общепроизводственные, общецеховые): вакуумные системы с аккумуляторами вакуума (буферами) с отводами к источникам (в/н) и к потребителям вакуума для выполнения нескольких функций в плановом и оперативном использовании.

Наши вакуумные системы имеют широкий диапазон по мощности, производительности, величине вакуума с возможностями для транспорта материала до 300-400 метров, подъема на 100 метров, с отсосом с глубины до 100 метров.

Они работают при температуре окружающей среды:

- при масляной смазки не ниже 18°C и рабочей среды материала не выше 150°C);
- при сухой смазки соответственно до минус 40°C и плюс 200°C.
- для работы в окружающей среде с температурой ниже минус 40°C используются хладостойкие (легированные) материалы и дополнительные теплоустройства.
- при применении для рабочих материалов с температурой более 200°C используется жаростойкие материалы, дополнительные системы охлаждения.

Для обеспечения в выбросах с вакуумных агрегатов ПДК вредных веществ, в том числе пыли, используется двух-трех ступенчатые собственные локальные системы фильтрации и очистки, а также при необходимости дополнительно общепроизводственные (цеховые) системы очистки.

При наличии коррозионных и абразивных сред оборудование, трубопроводы, шлаги, фильтры и другие устройства изготавливаются соответственно из коррозионно-абразивно стойких материалов.

Наши специалисты, имея многолетний опыт работы в нефтегазохимии от скважины до товарной конечной продукции и рециклинга всех отходов, разработали конкретные технологические решения и аппаратное оформление вакуумных систем с привязкой их к конкретным химическим и физическим процессам, технологическим и энергетическим установкам, к производствам и предприятиям нефтегазохимии с наличием патентов и ноу-хау.

УДК: 338.28

Н.В. Смирнова

ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ В РОССИИ

PROSPECTS OF HARD-TO-RECOVER OIL RESOURCES DEVELOPMENT IN RUSSIA

Аннотация. Дано определение трудноизвлекаемых запасов нефти, обоснована необходимость осуществления инновационных преобразований в нефтяной отрасли, направленных на рациональное и эффективное извлечение трудноизвлекаемых запасов. Представлены необходимые мероприятия налоговой политики, стимулирующие развитие инновационных технологий при освоении трудноизвлекаемых запасов нефти, сущность которых заключается в разработке: системы налоговых льгот в виде пониженной ставки по НДС, налогу на имущество, налогу на прибыль; специального режима налогообложения и соответствующих нормативно-правовых актов для привлечения иностранных инвесторов.

Ключевые слова: трудноизвлекаемые запасы нефти, налоговая политика, инновации, государственное регулирование.

Abstract. The definition of hard-to-recover oil resources is given; the necessity of the innovation implementation in the oil industry, aimed at the rational and efficient recovery of hard-to-recover oil resources is justified. The necessary measures of tax policy to encourage the innovative technologies development in hard-to-recover oil resources production is presented, the essence of which is to develop: a system of tax benefits such as a reduced rate of mineral extraction tax, property tax, income tax; special tax regime and the relevant legal acts in order to attract foreign investors.

Keywords: hard-to-recover oil resources, tax policy, innovation, government regulation.

В России, как и во всем мире, наблюдается тенденция по уменьшению запасов «легкой нефти», происходит увеличение доли трудноизвлекаемых запасов (ТИЗ).

ТИЗ – запасы залежей (месторождений, объектов разработки) или частей залежи, отличающиеся сравнительно неблагоприятными для извлечения геологическими условиями залегания нефти и (или) физическими ее свойствами. Для

добычи ТИЗ требуются повышенные затраты материальных, денежных средств, труда, нетрадиционные технологии, специальное несерийное оборудование и дефицитные реагенты и материалы.

По мнению некоторых экспертов, к трудноизвлекаемым запасам нефти относят: высоковязкую нефть; нефть из пластов с начальной пониженной нефтенасыщенностью; подгазовую нефть, подстилаемую подошвенной водой; нефть малых нефтяных залежей с плохо определенными границами; нефть, добываемую из шельфовых месторождений и месторождений, находящихся на поздней стадии разработки.

Разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти характеризуется повышенными капитальными и эксплуатационными затратами, и связана, прежде всего, с необходимостью внедрения инновационных технологий.

Однако различные негативные явления, происходящие как на внешнем, так и на внутреннем рынках нефтяных ресурсов, снижают эффективность деятельности нефтяного комплекса и препятствуют осуществлению инновационных преобразований.

Данная ситуация обуславливает необходимость активизации проводимой в стране государственной инновационной политики и разработке рекомендаций, способствующих внедрению инновационных технологий в нефтяной отрасли. Это требует реализации государством мероприятий, способствующих эффективному регулированию и интенсификации процессов инновационного развития комплекса.

Государственное регулирование нефтяного комплекса заключается в определении различных мер законодательного, исполнительного и контролирующего характера, осуществляемых государственными структурами в целях организации деятельности предприятий комплекса в условиях изменяющейся внешней и внутренней среды [1].

Особое место в системе государственного регулирования имеет налоговая политика, целью которой является решение следующих задач: построение стабильной налоговой системы; обеспечение гарантированных доходов федерального, регионального и местного бюджетов; формирование единой налоговой правовой базы.

Налоговая политика в нефтяной отрасли, в силу ее определяющего значения в экономике России, должна занимать ведущее место и быть направлена на решение следующих основных задач [2]:

- создание действенных стимулов для внутренних и внешних инвестиций в инновации в сфере разведки и освоения нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами;

- переход к налогообложению, стимулирующему развитие и эффективное использование сырьевой базы нефтяной отрасли, рост объемов производства.

Развитие налогообложения добычи нефти неоднократно определялось основным направлением налоговой политики России, с целью выполнения следующих задач:

- обеспечение воспроизводства минерально-сырьевой базы нефтяных ресурсов, а также устойчивых поставок нефти на внутренний рынок и экспорт;
- стимулирование рационального и эффективного природопользования и максимального извлечения нефтяного сырья из эксплуатируемых месторождений;
- сохранение существующих и создание новых рабочих мест, особенно в удаленных регионах России;
- стимулирование технологического прогресса в нефтяной отрасли как возможного катализатора эффектов модернизации в других секторах экономики.

С учетом развития современной экономики, главной целью осуществляемых преобразований в налоговом законодательстве является активизация инновационных процессов.

Последние изменения в сфере налогообложения нефтяной отрасли направлены на стимулирование разработки месторождений в сложных горно-геологических условиях, производство высококачественных нефтепродуктов, реализацию крупномасштабных инвестиционных проектов освоения месторождений шельфа, требующих вложения средств в высокотехнологические производства.

Однако, несмотря на все принятые поправки, существующая налоговая система страны в части активизации инновационной деятельности при разработке месторождений с трудноизвлекаемыми запасами требует дальнейшего совершенствования (таблица 1).

В последнее время правительство России выступает с различными инициативами изменения налогового законодательства, которые будут способствовать решению вышеперечисленных проблем. К наиболее важным таким инициативам относятся, на наш взгляд, следующие:

- предложение формирования налогового механизма на основе определения налога на добавленный доход (НДД) для трудноизвлекаемых запасов нефти, а также для месторождений, разработка которых затруднена из-за недостаточно развитой инфраструктуры. По мнению аналитиков правительства, переход на новую систему налогообложения даст существенный стимул нефтяным компаниям вкладывать инвестиции в развитие таких месторождений.
- разработка законопроекта, направленного на совершенствование налогового и таможенного законодательства, который предусматривает ряд изменений, касающихся взимания налога на прибыль, налога на добычу полезных ископаемых и таможенных тарифов для снижения налоговой нагрузки на добычу трудноизвлекаемых запасов нефти.

Таблица 1.

Возможные мероприятия налоговой политики, стимулирующие развитие инновационных технологий при освоении трудноизвлекаемых запасов нефти

<i>Сущест вующие про- блемы акт ивизации инновационного разви- т ия нефт яного ком- плекса</i>	<i>Обоснование необходимость и осущест вление изменений</i>	<i>Предлагаемые мероприят ия</i>
Необходимость огром- ных инвестиций в про- екты реконструкции производственных мощ- ностей предприятий нефтяного комплекса, создание объектов ин- фраструктуры для осво- ения труднодоступных месторождений, капита- лоемкость освоения тех- нологических инноваций	Отрицательные финансовые ре- зультаты в начале освоения капи- тальных вложе- ний, очень низкий уровень рента- бельности инве- стиций, что сдер- живает темпы ин- вестирования предприятий нефтяной отрасли	Создание налоговых стиму- лов, для компаний, осваи- вающих технологические инновации, осуществляю- щих капиталоемкие проек- ты путем разработки систе- мы налоговых льгот в виде пониженной ставки по НДПИ, налогу на имуще- ство, налогу на прибыль
Необходимость привле- чение иностранных ин- вестиций и технологий в проекты реализация крупномасштабных про- ектов по освоению ТЭР	Сложность приме- нения режима со- глашения о разде- ле продукции (СРП), отсутстви- ем эффективного механизма взаи- модействия ино- странных инвесто- ров с российскими компаниями	Разработка специального режима налогообложения и соответствующих норма- тивно-правовых актов для привлечения иностранных инвесторов
Ухудшение горно- геологических и при- родно-климатических условий разведки ТЭР, необходимость повыше- ния уровня и объемов работ по научному со- провождению всех эта- пов ГРП	Отсутствие нало- говых льгот для компаний, прово- дящих ГРП	Частичное освобождение компаний, проводящей ГРП и научные исследования в области воспроизводства ТЭР от налога на прибыль

ЛИТЕРАТУРА:

1. Осовский В.А. Проблемы и пути совершенствования системы недропользования в нефтегазовом комплексе // Записки Горного института. Т. 193. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный горный университет, 2011. – С. 315-318.
2. Налоги: Учебник / Под общ. ред. Н. Е. Заяц, Т. И. Василевской. - Мн.БГЭУ, 2000, 368 с.
3. Хорева Л.В., Шраер А.В. Факторы инновационного развития топливно-энергетического комплекса // Креативная экономика. — 2011. — № 8 (56). — с. 125-131. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.creativeconomy.ru/articles/3908/>.
4. Череповицын А. Е., Ларичкин Ф. Д., Смирнова Н.В. Проблемы налогообложения в горнопромышленном комплексе и пути их преодоления//Труды Карельского научного центра Российской академии наук. Серия Регион: экономика и управление № 5, 2013, стр. 122-128.

**СЕКЦИЯ «ПУБЛИКАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ С УЧАСТИЕМ СТУДЕНТОВ»**

УДК: 338.28

К.Р. Андреева

**НЕТРАДИЦИОННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ: ОПЫТ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН В
ОСВОЕНИИ И ДОБЫЧЕ СЛАНЦЕВЫХ НЕФТИ И ГАЗА И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ В РОССИИ**

**NONCONVENTIONAL CARBONHYDRATES: FOREIGN EXPERIENCE IN
THE DEVELOPMENT AND MINING OF SHALE OIL AND GAS AND
PERSPECTIVE OF THE DEVELOPMENT OF SHALE INDUSTRY IN RUSSIA**

Аннотация. В данной статье представлены данные по добыче сланцевых нефти и газа в США и России, рассмотрены основные проблемы добычи сланцевых углеводородов как в США, так и в зарубежных странах (на примере Китая). Выявлены меры, разработанные Правительством РФ для поддержания новой отрасли, а также дан краткий прогноз развития мирового рынка сланцевого сырья.

Ключевые слова: сланцевая нефть, сланцевый газ, баженовская свита, Россия, США

Abstract. The article includes data about the extraction of shale oil and gas in USA and Russia; examines the main problems of shale carbonhydrates' extraction not only in USA, but in other foreign countries (in terms of China). The measures of the industrial support developed by Russian Government and the short forecast of the global shale market development are also represented.

Keywords: shale oil, shale gas, Bazhenov suite, Russia, USA.

Существует мнение, что «сланцевая революция» навсегда изменит мировой рынок нефти и газа, однако ряд факторов препятствует повсеместному распространению сланцевого сырья. В первую очередь, наибольшее влияние оказывает фактор экономический, а именно нецелесообразность транспортировки сланцевого газа и нефти в силу отрицательной рентабельности данного мероприятия.[1].

Темпы роста разработки крупных запасов сланцевых углеводородов в таких странах, как Польша, Китай и Аргентина существенно отстают от Соединенных штатов, переживающих «сланцевую революцию». Главные проблемы, встающие перед новыми потенциальными производителями – сложная геология газовых коллекторов и отсутствие необходимой инфраструктуры. [2].

Россия обладает значительными ресурсами нефти. Однако начальные запасы нефти в значительной мере выработаны, дебиты нефтяных эксплуатационных скважин опустились в среднем до 10 тонн в сутки,

обводненность добываемой продукции близка к 80%. Постоянно возрастает доля трудноизвлекаемых запасов, составляющая в основных нефтедобывающих районах от 30 до 65%. [3]. Богатейшей российской формацией сланцевой нефти является западно-сибирская Баженовская свита, но в силу недостаточной изученности этого месторождения углеводородов разрабатывать месторождения сланцевой нефти на данном этапе не представляется возможным. В настоящее время опытно-промышленную эксплуатацию баженовской свиты проводят компании: «Сургутнефтегаз», «Роснефть» и «РИТЭК». [4].

При разработке сланцевых месторождений существуют проблемы, которые могут быть выявлены благодаря опыту разработки сланцев США (проблема нехватки крупных запасов воды для проведения ГРП; проблема утилизации отработанной загрязненной воды). Для эффективной и экологически безопасной разработки сланцевых месторождений требуется искать новые технологии, которые бы заменили традиционный метод ГРП. Технология создания волн высокого давления позволила бы получить в пласте значительные градиенты давлений, сравнимые или даже выше, чем давления ГРП, а также отказаться от применения вредных химических загрязнителей при разработке месторождения [5].

Колебания цен на мировом рынке энергоносителей могут негативно сказаться на доходах бюджета России в том случае, если не будут должным образом (на уровне мировых конкурентов) разрабатываться перспективные сланцевые месторождения. Интенсивная геологоразведка, внедрение передовых технологий, а также учет и решение различных проблем, возникающих при добыче сланцевых углеводородов, позволят России в значительной степени сократить потери от возможного падения спроса на традиционное углеводородное сырье, при этом стать одним из мировых лидеров по добыче и реализации сланцевых нефти и газа.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ступакова А., Митронов Д. Мифы о сланцевом газе//Oil&GasJournalRussia. Октябрь 2014. – С. 28-35
2. Диттрик П. Новичкам нелегко повторить успех США в разработке сланцевого газа// Oil&GasJournalRussia №7(73) 2013. – С.18-19
3. Толкачев В.М. Сланцевая революция США и перспективы освоения нетрадиционных ресурсов нефти и газа России // Нефть. Газ. Новации №4, 2014. – С.95-98
4. Баженовская свита: в поисках большой сланцевой нефти на ВерхнемСалыме//Rogtec. Российские нефтегазовые технологии №34,2014. – С. 12-37
5. Диева Н.Н., Евтюхин А.В., Кравченко М.Н., Дмитриев Н.М. Перспективы разработки месторождений сланцевого газа методами волнового воздействия//Газовая промышленность № 692, 2013.- С. 39-42

ФОРМИРОВАНИЕ АКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

FORMATION OF AN ACTUAL INFORMATION ON THE STATE OF OIL PRODUCING COMPANIES BASED UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS

Аннотация. Осуществление мониторинга за состоянием производственных и природных объектов является одной из задач управления производством. В последние годы в России разрабатывается концепция формирования системы промышленного мониторинга с использованием беспилотных летательных аппаратов, получивших название БАС - беспилотные авиационные системы. В статье рассмотрены общие вопросы возможности использования БАС не только в военно-промышленном комплексе, но и для мониторинга промышленных и природных объектов нефтедобывающих предприятий с целью контроля за экологическим состоянием, учета, сбора и обработки информации об объектах. Внедрение беспилотных авиационных систем на нефтедобывающих предприятиях позволит повысить качество планирования деятельности горной организации.

Ключевые слова: мониторинг, беспилотные авиационные системы, беспилотные летательные аппараты, нефтедобывающее предприятие.

Abstract. Implementation of monitoring industrial and natural objects is one of the tasks of production management. In recent years, Russia has developed the concept of formation of the system of industrial monitoring using unmanned aircraft, dubbed the BASS unmanned aircraft system. The article considers General issues in the use of the BASS not only in the military-industrial complex, but also for the monitoring of industrial and natural sites of oil companies to monitor ecological conditions, accounting, collection and processing of information about objects. The introduction of unmanned aircraft systems in oil-producing companies will improve the quality of planning mining activities of the organization.

Keywords: monitoring, unmanned aircraft systems, unmanned aerial vehicles, oil company.

Время опытных образцов беспилотных летательных аппаратов закончилось. Наступает эпоха массового производства беспилотных авиационных систем (БАС) - UAS (UnmannedAircraftSystems), переход от авиамоделизма к профессиональному системному подходу при разработке перспективных многофункциональных беспилотных систем. Такие системы, созданные на основе современных достижений науки и техники, в перспективе, позволяют получить скорости, высоты, безопасность, длительности полетов и маневренность, кото-

рые в пилотируемом варианте требуют значительных технических усилий и материальных затрат [1] .

Увеличение доли БАС по сравнению с пилотируемыми в общем объеме воздушных судов (ВС) происходит во всех странах. Если изначально БАС применялись только в военных целях, то в настоящее время БАС начинают широко применяться и в гражданской сфере, а практически все создаваемые за рубежом и в России БАС могут иметь двойное назначение.

Прогнозы развития рынка показывают тенденцию к росту гражданского сектора в применении БАС (рисунок 1).

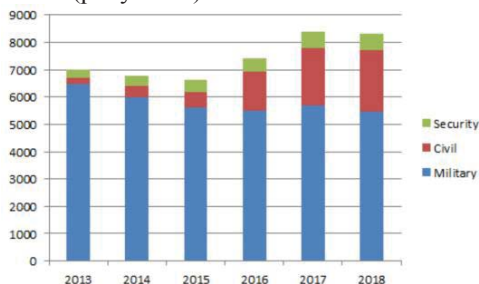


Рисунок 1. Динамика потребительского рынка БАС [источник 2, с.5]

БАС является не просто транспортным средством: это автоматическая система, предназначенная решать определенную задачу с помощью целевой аппаратуры, установленной на борту.

Беспилотные летательные аппараты могут выполнять задачи там, где есть угроза жизни человека, где есть риск ошибки «человеческого фактора» - в зонах повышенного риска: в вулканических пепловых облаках или вблизи ядерных (химических) заводов, в эпицентре аварий, в суровых климатических условиях. Беспилотные системы идеально подходят для длительного мониторинга. Уже сейчас некоторые модели БАС могут совершать полеты продолжительностью 24 часа.

В современном мире БАС эффективно дополняют сложившиеся военную и гражданскую инфраструктуры. Так, например, в гражданских целях БАС активно применяют для правоохранительных задач, пограничного контроля, при ликвидации чрезвычайных ситуаций. Беспилотные авиационные системы используются для предоставления коммерческих услуг в различных отраслях народного хозяйства: мониторинг линий электропередач, нефте- и газопроводов, обнаружения дефектов и проверки состояния объектов, оказания услуг по радиовещанию и оповещение населения об опасности, для аэрофотосъемки. БАС могут использоваться как ретрансляторы связи. При применении на море, для разведки ледовой обстановки, доставки грузов на буровые платформы, проведении спасательных операций.

С развитием технологий, электронных компонентов, систем связи, применением новых материалов, элементов и конструкций БАС возможности применения беспилотных систем только возрастают.

Для решения задач народного хозяйства и обеспечения национальных интересов широко используются данные, полученные в результате дистанционного зондирования земли (ДЗЗ). Данные ДЗЗ, полученные с космического аппарата, характеризуются большой степенью зависимости от прозрачности атмосферы и снимки получаются с разрешением не лучше 0,5 м, что недостаточно для крупномасштабного картографирования. Аэрофотосъемка, которая проводится с помощью самолетов (Ту-134, Ан-2, Ан-30, Ил-18, Cessna, L-410) или вертолетов (Ми-8Т, Ка-26, AS-350) требует высоких экономических затрат на обслуживание, наличия площадок взлета-посадки и заправочной инфраструктуры, что приводит к повышению стоимости конечной продукции [3].

Преимущество применения БАС перед традиционными способами получения данных ДЗЗ (космическая съемка и съемка с воздушных пилотируемых аппаратов) заключается:

- в возможности проведения съемки с небольших высот и вблизи объектов. Получение снимков высокого разрешения менее 10 см;
- в оперативности получения снимков. БАС возможно направлять на объект в тот момент, когда это необходимо;
- в проведении съемки небольших объектов и малых по площади территорий;
- низкой стоимости снимков по сравнению с традиционными методами.

Преимущества и возможности беспилотных летательных аппаратов по сравнению с традиционными методами допускают широкое применение БАС для решения социально-экономических задач страны и обеспечения ее геополитических интересов.

На сегодняшний день наиболее эффективным и экономически выгодным методом обследования нефте- и газотрубопроводов является применение беспилотных летательных аппаратов [4].

Использование беспилотных авиационных систем на нефтедобывающих предприятиях (БАС) является весьма актуальным направлением развития методов сбора геопространственных данных и экологической информации. Преимущества и уникальность данной технологии позволяет создавать и поддерживать в актуальном состоянии информационные базы данных в режиме реального времени, что позволяет использовать БАС в качестве носителя комплекса экологического мониторинга [5].

Комплексный мониторинг имеет три основные цели.

Во-первых, он направлен на обеспечение контроля, за соблюдением природопользователями нормативов качества окружающей среды.

Во-вторых, позволяет прогнозировать антропогенное изменение геосистем и эффективность природоохранных мероприятий.

В-третьих, комплексный мониторинг решает задачу своевременного выявления и предупреждения необратимых процессов в изменении природных сред под воздействием хозяйственной или иной деятельности.

Основной задачей БАС является автоматизация организационных процессов, связанных учётом природных ресурсов и мониторинг экологической обстановки в регионе, в том числе:

1. учёт месторождений полезных ископаемых;
2. учёт водных ресурсов;
3. учёт водоохраных зон;
4. учёт особо охраняемых природных территорий;
5. мониторинг состояния атмосферы;
6. мониторинг состояния гидросферы;
7. отображение статистических данных на карте;
8. отображение гидрологических моделей на карте;
9. средняя толщина льда;
10. среднегодовой сток;
11. сток наносов за половодье и т.д.
12. решение аналитических задач;
13. генерация отчетности в табличном и картографическом виде.

Применение систем наблюдения с использованием беспилотных авиационных систем на нефтедобывающих предприятиях позволяет повысить эффективность планирования использования природных ресурсов, упростить учёт природных ресурсов и актуализацию данных по ним, а также автоматизировать мониторинг экологической обстановки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ростопчин В.В., Бурдун И.Е. Беспилотные авиационные системы: основные понятия http://www.electronics.ru/files/article_pdf/0/article_222_361.pdf.
2. Robin Higgons *Unmanned Aerial Vehicles - Growing Markets in a Changing World* <http://www.qi3.co.uk/wp-content/uploads/2014/02/Qi3-Insights-White-Paper-UAVs-Growing-Markets-in-a-Changing-World-2014021903.pdf>
3. Бурдун И.Е., Ростопчин В. В. Беспилотная авиация: состояние, проблемы и перспективы развития [http://www.intelronics.com/01_UAV_Review_\(public\).pdf](http://www.intelronics.com/01_UAV_Review_(public).pdf)
4. Воронов В.В. БЛА на выставке LAAD 2009BKE LAAD 2009, http://www.uav.ru/articles/LAAD-2009_report.pdf
5. Трубников Г., Воронов В. Беспилотные летательные аппараты и технологическая модернизация страны http://www.uav.ru/articles/tech_modern.pdf

КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕНТРА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА БАЗЕ СПБПУCONCEPT OF ENERGY SAVING AND ENERGY EFFICIENCY CENTER
CREATION IN SPBPU

Аннотация. В данной работе автором была изложена концепция формирования учебного центра, занимающегося обучением и переквалификацией специалистов в области энергетической эффективности и энергосбережения на базе СПбПУ. Была проанализирована имеющая ресурсная база университета, включающая информационную и технологическую базу, а также возможности внешней среды для реализации проекта. Предложена упрощенная структура центра и первичная потребность в кадровом составе. Рассмотрены перспективы дальнейшего развития проекта.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, профессиональная переподготовка, энергосбережение

Abstract. In this paper, the author has outlined the concept of the creation of an educational center dedicated to training and retraining of specialists in the fields of energy efficiency and energy saving at SPbPU. The existing resources of the university were analyzed, including informational and technological basis and the opportunities of the external environment for the project development. The simplified structure of the center and the primary need in personnel has been suggested. The prospects of further development of the project were outlined.

Key words: energy efficiency, professional retraining, energy saving

Актуальность выбранной темы вызвана необходимостью снижения энергоемкости экономики и потребностью в квалифицированных кадрах, способных содействовать этому процессу, а также вступившим в силу федеральным законом №261-ФЗ «Об энергосбережении...», задающим требования по энергетической эффективности для различных учреждений и стимулирующий формирование и реализацию программ энергосбережения и энергетической эффективности. В ходе работы была проанализирована действующая организационная структура СПбПУ, коррелирующие нормативно-правовые акты и актуальные договорные обязательства университета.

Целью формирования учебного комплекса является повышение уровня и качества образования в области энергетической эффективности и энергосбережения в Санкт-Петербурге путем формирования передового учебно-демонстрационного центра на базе Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Данный проект также улучшит целевой показатель количества молодых специалистов, прошедших профессиональную пере-

подготовку или повышение квалификации на базе СПбПУ в расчете на одного научно-педагогического работника [1].

На данном этапе существования Санкт-Петербургского политехнического университета ведется работа по подготовке программы энергоменеджмента с целью дальнейшего ее внедрения в рамках ВУЗа. В ходе постановки и решения задач, связанных с данным процессом, был выявлен дефицит в квалифицированных кадрах, способных в полной мере и в сжатые сроки сформулировать требования, проконтролировать и реализовать все необходимые мероприятия. Свидетельством нехватки персонала для решения подобных задач не только в рамках СПбПУ, но и в городских масштабах стала активная заинтересованность государственной организации СПбГБУ «Центр энергосбережения» в поиске новых площадок для проведения учебных мероприятий и демонстрации новейших решений в области энергоэффективного оборудования.

На данный момент между Политехническим университетом и городским «Центром энергосбережения» заключен договор о сотрудничестве в области реализации образовательных проектов, программ и мероприятий в области энергосбережения и энергетической эффективности, разработки методических материалов, организации конференций и др. Конкретные формы сотрудничества могут быть оговорены отдельными договорами. Таким образом, создание центра попадает под действие данного соглашения и в дальнейшем можно ожидать всесторонней поддержки в развитии проекта при условии сохранения взаимной заинтересованности сторон.

Финансирование всех мероприятий предполагается осуществлять из трех источников: собственный бюджет СПбПУ, софинансирование со стороны городского «Центра энергосбережения», а также софинансирование со стороны Проекта ПРООН 00074315. Последний пункт предполагает компенсацию 25% затрат при осуществлении строительства объектов энергосбережения (оборудование демо-зоны) в виде технической помощи, а также помощь в составлении программ обучения и предоставления консультационных услуг.

Концепция центра энергосбережения и энергетической эффективности (ЦЭиЭ) на базе СПбПУ предполагает в виде основной деятельности предоставление услуг по подготовке и переподготовке специалистов в области энергосбережения и энергетической эффективности с применением функционально-демонстрационного комплекса оборудования на базе СПбПУ. Данная концепция соответствует Приоритетному направлению развития университета №3 «Энергетика, энергосберегающие и экологические технологии» [2]. Выполняемые при этом задачи могут включать:

- Сбор и обработку информации по уже имеющимся программам обучения, формирование новых программ, заключение контрактов на обучение;
- Поддержание и расширение учебно-методического и технического комплекса;
- Поддержание и контроль функционирования демозоны, включающей комплекс функционально-демонстрационного оборудования на террито-

рии университета и класс-тренажер на базе МНОЦ «ТВиСТ-Политехник», актуализация демозоны по мере необходимости;

- Предоставление демонстрационной площадки для новых разработок в области энергетической эффективности (собственных и сторонних);

- Поиск партнеров для осуществления деятельности.

Научно-образовательный центр «Теплоснабжение, вентиляция и строительная теплотехника» (ТВиСТ-Политехник) создан на базе Инженерно-строительного института. Проект класса-тренажера уже составлен и планируется к реализации при поддержке ООО «Экоматик СПб» [3].

Стратегическая концепция предполагает занятие лидирующих позиций в образовательной сфере достигаются путем постоянной актуализации учебно-методической базы, активного поиска партнеров для демонстрации новейших разработок, а также для реализации учебных программ.

Упрощенная функциональная структура ЦЭиЭ представлена ниже:

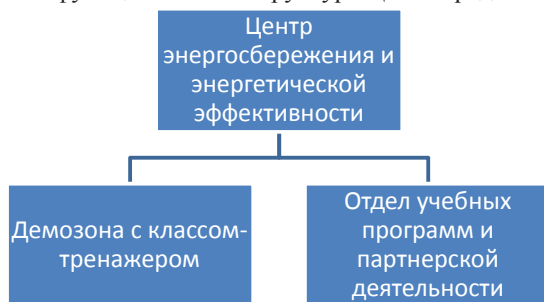


Рисунок 2. Упрощенная функциональная структура ЦЭиЭ

Демозона при этом выполняет учебную функцию и обеспечивает практическую реализацию образовательных программ. Отдел учебных программ обеспечивает формирование учебной базы, ее обновление и поиск партнеров из числа сторонних организаций для заключения контрактов на обучение, а также демонстрацию оборудования.

Особенностью функциональной структуры СПбПУ является наличие большого числа научных центров [4]. На данный момент их деятельность не является согласованной, однако работа некоторых из них может быть частично систематизирована вновь сформированным ЦЭиЭ. Реализация программ по обучению может производиться с привлечением (или на базе) уже существующих научно образовательных центров (далее НОЦ), научно-технологических комплексов (далее НТК) и научно-исследовательских центров (далее НИЦ):

1. НОЦ «Schneider Electric – Политехник» (Лаборатория автоматизации технологических процессов: кафедра «Систем автоматического управления», Факультета технической кибернетики и лаборатория автоматизации энергетических систем: кафедра «Электрических станций и автоматизации энергосистем» Электромеханического факультета);

2. НОЦ «Инновационные технологии в гидромашиностроении» (Институт энергетики и транспортных систем, кафедра «Турбины, гидромашины и авиационные двигатели»);

3. НТК «Материалы и технологии» (Объединенный научно-технологический институт);

4. НИЦ «Энергетические технологии» (Объединенный научно-технологический институт);

5. НТК опытно-конструкторских проектов (Объединенный научно-технологический институт);

6. НОЦ «Компьютерные технологии в аэродинамике и теплотехнике» (Департамент научно-организационной деятельности, Центр по работе с научными подразделениями университета);

7. НОЦ «Инновационная экономика промышленности» (Департамент научно-организационной деятельности, Центр по работе с научными подразделениями университета);

8. НОЦ «Возобновляемые виды энергии и установки на их основе» (Инженерно-строительный институт, Кафедра «Водохозяйственное и гидротехническое строительство»);

9. НОЦ «ТВиСТ-Политехник».

Начальная потребность в кадровом составе будет обусловлена необходимостью выполнения следующих функций: осуществление координации взаимодействия между НОЦ, НТК, НИЦ, Отделом инженерно-технического обеспечения и энергоэффективности СПбПУ и Санкт-Петербургским центром энергосбережения; поиск партнеров по разработке и реализации программ энергетической эффективности и энергосбережения; взаимодействие со сторонними организациями в области предоставления площадок для демонстрационного оборудования; координация заключения контрактов.

Формирование центра энергосбережения и энергетической эффективности позволит получить дополнительный источник дохода от реализации новых учебных программ и предоставления площадки для демонстрационного оборудования сторонних компаний-разработчиков, а также повысить статус СПбПУ как передового учебного заведения, поддерживающего актуальные тенденции Российской экономики. Материал данной работы рекомендуется использовать как концептуальную основу при создании ЦЭиЭ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Приложение № 1 к Программе развития государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет» на 2010 - 2019 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://nru.spbstu.ru/documentation/programm/order803_a/

2. ПНР-3. Энергетика, энергосберегающие и экологические технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nru.spbstu.ru/priority_fields_of_development_pfd/pnr3/

3. МНОЦ «ТВиСТ-Политехник» - как инструмент содействия в повышении энергоэффективности для городских систем теплоснабжения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://spbgorod.nethouse.ru/static/doc/0000/0000/0314/314149.88z3t9cf91.pdf>

4. Положение о НОЦ СПбГПУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nru.spbstu.ru/sec/model-status/>

УДК: 338.28

Е.С. Воробьева, Л.Л.Каменик

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА ПЕРЕРАБОТКИ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF THE PROJECT IN A SPHERE OF RECYCLING HOUSEHOLD WASTE IN ST. PETERSBURG AND LENINGRAD REGION

Аннотация. Научно-исследовательская работа посвящена экономической оценке эффективности реализации проекта переработки бытовых отходов в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. При обосновании эффективности проекта переработки бытовых отходов рассматриваются следующие важные аспекты. В данной статье выполнен анализ современных технологий в сфере обращения с отходами. Кроме того, рассмотрен мировой опыт разработки и применения инновационных технологий в данной сфере, а также выполнен анализ тенденций формирования рынка технологий в рассматриваемой сфере, который показал, что уже сейчас активно развивается самостоятельный сегмент рынка технологий в сфере обращения с отходами. Наиболее важной частью является оценка эффективности инвестиционного проекта в рассматриваемой сфере, рисков и финансовых результатов предложенного проекта.

Ключевые слова: рынок технологий, обращение с отходами, инновации, мировой опыт, предотвращение, вторичное использование, рециклинг, оценка эффективности, бытовые отходы.

Abstract. The research work is devoted to the economic assessment of the effectiveness of the project processing of household waste in St. Petersburg and Leningrad region. Justification of the efficiency of project processing waste includes the following important aspects The article reviewed the analysis of modern technologies in a field of waste management. Besides, considering of global experience of innovative technologies' development and application and the analysis of trends technology market' formation in this sphere demonstrated that now independent technology market segment in the field of waste management is actively developing. Also, the most important part is to assess the efficiency of the project' investment in this sphere, the risks and the financial results of the proposed project.

Keywords: technology market, waste management, innovation, world experience, prevention, reusing, recycling, assessment of efficiency, household waste.

На сегодняшний момент в больших городах накопилось большое количество острых проблем, таких как загрязнение атмосферного воздуха растущим числом транспортных средств и объектов промышленности, возрастающий уровень шума, а также утилизация отходов жизнедеятельности населения. Среди приведенных проблем, на первый план выдвигается проблема утилизации бытовых отходов. Это связано, во-первых, с растущими темпами производства и потребления, а, следовательно, и объемами бытовых отходов, во-вторых, увеличением уровня экологического загрязнения окружающей среды в мегаполисах, в-третьих, возрастающими затратами на обезвреживание отходов. Решение накопившихся проблем позволит Санкт-Петербургу получить статус одного из самых современных городов России и мира в области улучшения экологии и качества жизни населения.

Для достижения подобных целей необходим анализ мирового опыта разработки и реализации передовых технологий и проектов в рассматриваемой области, что позволит дать толчок в организации отрасли переработки бытовых отходов как на уровне Санкт-Петербурга, так и на всероссийском уровне.

Следовательно, экономическая оценка подобных инвестиционных проектов в сфере обращения с отходами, возможных рисков, а также расчет финансовых показателей является необходимым условием для привлечения частных финансовых вложений и усиления государственного воздействия на индустрию переработки отходов в России.

Целью данного исследования является оценка эффективности реализации проекта переработки бытовых отходов в Санкт-Петербурге и Ленинградской области.

Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи:

- Рассмотреть и проанализировать ключевые проблемы рынка переработки бытовых отходов в Санкт-Петербурге и Ленинградской области.
- Рассмотреть и разработать территориальную карту объемов образования отходов, размещения и степень наполненности полигонов, а также расположения промышленных объектов в СПб и ЛО.
- Рассмотреть и проанализировать современные способы обезвреживания и утилизации отходов в мире с технологической, экономической и экологической точки зрения.
- Рассмотреть и проанализировать мировой опыт разработки и применения различных технологических решений в сфере переработки бытовых отходов.
- Составить технологическую схему мусороперерабатывающего комплекса и выбрать подходящие технологии для каждой стадии переработки, а также рассмотреть основные характеристики комплекса.

– Разработать оценку эффективности инвестиционного проекта, рисков и финансовых результатов проекта с дополнительным расчетом доли рынка в случае реализации проекта в Санкт-Петербурге и Лен.области.

В работе использовались следующие методы исследования: экономикоматематический метод, статистический метод, метод системного анализа, метод сравнения и аналогии, метод обобщений и моделирования, а также метод экономического обоснования эффективности инвестиций.

На сегодняшний день население России (143 миллиона человек) в год накапливает около 60 миллионов тонн ТБО из 3,5 миллиардов тонн всех производимых видов отходов. Ежегодно количество ТБО, а следовательно, и затраты на обезвреживание ТБО возрастают примерно на 10%.

Ежегодный объем образования ТБО в городе Санкт-Петербург постоянно растет, и в 2012 году он составил 4,5 млн.тонн при среднегодовом приросте примерно 8%. На одного жителя приходится в год в среднем около 250-300 кг ТБО.

Сегодня в России существует 1092 полигона, большая часть которых приближается к пороговой емкости объемов захоронения. Кроме того, на текущий момент действует около 300 комплексов по сортировке и утилизации отходов по всей России и ни в одном регионе страны нет переработки отходов, организованной в промышленных масштабах.

В качестве основных проблем рынка переработки отходов в Санкт-Петербурге и Ленинградской области были выделены следующие:

- нехватка мощностей для переработки бытовых и производственных отходов;
- отсутствие лицензированных объектов размещения отходов в 4 районах Ленинградской области;
- отсутствие системы раздельного сбора отходов для их глубокой переработки;
- низкая конкурентоспособность рынка переработки ТБО.

Современное состояние рынка утилизации бытовых отходов в Санкт-Петербурге и Ленинградской области имеет следующий вид:



Рисунок 1. Карта рынка утилизации бытовых отходов в СПб и ЛО

Важно то, что отрасль переработки бытовых отходов в СПб и ЛО имеет большие перспективы. Расчет сырьевой емкости ТБО показывает, что Санкт-Петербург и Ленинградская область в случае организации индустрии и рынка мусоропереработки сможет получать около 15 млрд.рублей в год.

Сегодня существует несколько основных методов утилизации бытовых отходов в мире: захоронение на полигонах, термическая обработка, компостирование, а также применение комплексных технологий переработки. Сравнение приведенных выше методов по экономическому фактору (по показателю удельных доходов предприятия, удельной стоимости переработки, удельных эксплуатационных затрат и др.), экологическому фактору, а также проценту производства вторичного сырья показало, что оптимальной является комплексная технология. Так она имеет довольно высокий удельный доход в 2500 руб. на тонну ТБО, средний уровень удельных эксплуатационных затрат около 1300 руб. на тонну ТБО и получения вторичного сырья из всей массы бытовых отходов до 60%.

Мировой и российский опыт в сфере переработки ТБО показывает, что для проектирования мусороперерабатывающего комплекса (МПК) может быть использована следующая технологическая схема, включающая оборудование и цены на него:

Таблица 1.

Технологическая схема МПК

Этап производства	Оборудование	Цена
Отбор крупногабаритной фракции	Грейферный усиленный погрузчик-экскаватор ПЭ-Ф-1БМ	369 000 руб.
Измельчение крупногабаритной фракции	Первичный измельчитель (шредер) Hammel VB 750 D	15 680 000 руб.
Отбор черного металла	Навесной магнитный сепаратор 800 (2 шт.)	180 000 руб.
Отбор органической и минеральной фракции	Сепаратор динамический СД-4 (2 шт.)	700 000 руб.
Выделение полимеров и пластиков, макулатуры, высококалорийной фракции	Оптико-пневматический сепаратор Titech (3 шт.)	38 000 000 руб.
Разделение полимеров на ПЭТ-бутылку и пленку	Баллистический сепаратор SORT-O-MAT	5 500 000 руб.
Производство топливных элементов	Гранулятор топливных элементов KRAUD	500 000 руб.
Переработка и очистка органической фракции (компостирование)	БиоЭкоМодуль АКК-30В	840 000 руб.
Прессование инертной фракции	Горизонтальный пресс Статико-35 (3 шт.)	1 050 000 руб.
ИТОГО		62 819 000 руб.

На выходе подобный МПК может иметь вторичное сырье (20%), альтернативное топливо (15%) и техногенный грунт и компост (20%), что в дальнейшем может быть реализовано на рынках СПб и ЛО.

В качестве основных рисков при реализации данного проекта были выделены:

1. снижение цен на вторичное сырье;
2. малый оборот переработки бытовых отходов и ,как следствие, простой оборудования;
3. недостаточная квалификация персонала.

Необходимым пунктом данного научного исследования является оценка степени влияния рисков на доходность проекта и разработка мероприятий по снижению рассмотренных рисков.

Далее были выделены возможные источники дохода и расхода при реализации проекта переработки ТБО.

В качестве источников дохода можно выделить:

- вырубку по тарифу приема и переработки бытовых отходов,

- выручку от жилого фонда Санкт-Петербурга и Ленинградской области
- выручку от продажи вторичного сырья.
- Также были выделены следующие расходы:
- заработная плата;
- расходы на электроэнергию;
- налоги;
- аренда;
- обслуживание оборудования;
- амортизация;
- транспортные расходы;
- экологические платежи.

В ходе исследования было выявлено, что рассматриваемый проект можно считать эффективным, о чем свидетельствуют следующие основные финансовые показатели при оценке эффективности инвестиционного проекта:

- коэффициент рентабельности инвестиций (ROI) – 35%;
- дисконтированный срок окупаемости проекта (DPP) – 6 лет;
- чистый дисконтированный доход (NPV) – 37,9 млн.руб;
- внутренняя норма доходности (IRR) – 20%;
- точка безубыточности (BEP) – 38 399 тонн.

Указанные показатели рассчитывались при условии эксплуатации проекта в течении 25 лет и ставке дисконта 15%.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Комплексная переработка твердых бытовых отходов – наиболее передовая технология: Сборник трудов. – СПб, 2001. – 219 с.
2. Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. Обоснование выбора оптимального способа обезвреживания твердых бытовых отходов жилого фонда в городах России.
3. Концепция достижения РФ статуса лидера в области ресурсосбережения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://spp.spb.ru/ru/node/5269>
4. Технологии переработки отходов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.cleandex.ru/all/recycling/refuse/>
5. Возможности и перспективы технологического развития регионов в сфере обращения с отходами [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://ecoprogress.pro/econews/latest-issue/trends/trends_178.html

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННО-ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК С ПАРОВЫМИ ВИНТОВЫМИ МАШИНАМИ

EFFICIENCY UPGRADING OF THE INDUSTRIAL HEATING PLANT OPERATION WHEN USING THE COGENERATION INSTALLATIONS WITH STEAM SCREW TYPE TURBINES

Abstract. Use of steam screw turbines is one of the trends of small power. Such turbines can be installed in the small plants, where is not used pressure differential. Additional electric energy can be obtained by using such differential pressure. Steam screw turbines have advantages such as possibility to work on wet vapour, rotor balance and high internal efficiency. Also the article describes energy efficiency reasons of using steam screw turbines by existing turbine and calculation of the main power indicators.

Keywords: efficiency of energy performance, a steam screw turbine, production of additional electric power, to operate at the wet steam, possibility to work on wet vapour.

Одним из перспективных направлений повышения энергетической эффективности промышленно-отопительных котельных является их преобразование в когенерационные установки на основе паровых противодавленческих турбин с выработкой электроэнергии на тепловом потреблении без потерь в холодном источнике [1].

В России эксплуатируются около 80000 промышленно-отопительных котельных паропроизводительностью 10-100 т/ч. Обычно они принадлежат небольшим предприятиям и в них имеется неиспользуемый перепад давления пара 0,29-0,59 МПа с расходом 6-50 т/ч. Применение этого потенциала позволяет получить дополнительно 200-1500 кВт электрической мощности [3]. В данном диапазоне мощности наиболее предпочтительным вариантом является использование паровой винтовой машины (ПВМ), которая практически по всем показателям превосходит обычную лопаточную паровую турбину [1]. К техническим преимуществам ПВМ относятся: малые габариты и масса; нечувствительность к наличию в рабочем потоке капельной жидкости и гидравлическим ударам; высокий внутренний относительный КПД (67-70 %); высокая степень уравновешенности роторов; высокая надежность и длительный ресурс работы.

Целью работы является обоснование энергоэффективности промышленно-отопительных котельных на основе использования ПВМ.

Принцип работы ПВМ заключается в том, что в котельной ПВМ устанавливается в параллель к редукционной охлаждающей установке. Свежий пар от

котла с давлением от 0,9 до 1,4 МПа и температурой 160 °С поступает в турбину, расширяется и, преобразуя тепловую энергию в механическую, плавно вращает роторы. Винтовые роторы ПВМ вращаются в противоположные стороны и находятся в зацеплении через шестерни связи, исключая касание роторов между собой [2].

Вращательный момент передается генератору через муфту на валу редуктора (частота вращения 3000 об/мин). Отработанный пар, с давлением 0,1 до 0,15 МПа, имеет достаточное теплосодержание и подается в технологический цикл производства или на подогреватели воды для горячего водоснабжения и отопления [4].

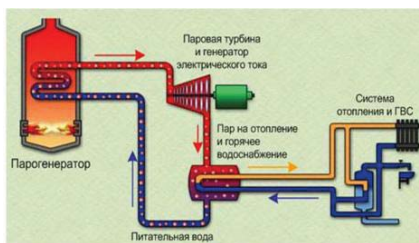


Рисунок 1. Принципиальная схема когенерационной установки с ПВМ

Использование в котельной ПВМ позволяет вырабатывать собственную дешевую электроэнергию и повышает надежность работы котельной при любых аварийных ситуациях в энергосистеме [3].

Преимуществом ПВМ по сравнению с другими паровыми машинами заключается в неизменно направленном (вращательном) движении рабочих органов машины. Отсутствие в ПВМ деталей, совершающих возвратно-поступательно движения, позволяет реализовать высокие скорости вращения роторов, что обеспечивает относительно высокую производительность при небольших размерах.

Такой проект когенерационной установки разработан специалистами ЗАО «Эко-Энергетика» в сотрудничестве с СПБПУ для установки паровинтового агрегата ПВМ-1000 на Центральной котельной в г. Муравленко. Паровые котлы ДЕ 25-14 ГМ, данной котельной, производительностью 25 т/ч вырабатывают насыщенный пар давлением 0,8-1,3 МПа при температуре 176-194 °С. Для теплофикационных нужд (пароводяные пластинчатые теплообменники) требуется давление 0,1-0,6 МПа, таким образом, имеется неиспользуемый перепад давления пара с расходом 20-40 т/ч. Если пар направить в энергоустановку, для которой требуется давление пара с расходом 10-25 т/ч, тогда часть тепловой энергии преобразуется в дешевую электроэнергию (дополнительный расход топлива и эксплуатационные расходы незначительны).

Параллельная выработка электрической энергии происходит за счёт использования высокопотенциальной энергии пара, ранее бесполезно дросселируемого в редукционных установках.

Когенерационная установка с паровинтовым агрегатом ПВМ-1000 выведена на проектную мощность в апреле 2011 года. Результаты эксплуатации во время отопительного периода и при работе котельной только на горячее водоснабжение положительны и позволяют сделать некоторые выводы.

За период с апреля по сентябрь текущего года наработка установки составила 3288 маш./часов. За это время выработано около 2000 МВт·ч электроэнергии, средняя выработка электроэнергии составила 0,6 МВт. КПД ПВМ по выработке электроэнергии составила 80,2% (Таблица 1).

Таблица 1.

Показатели работы когенерационной установки в Центральной котельной г. Муравленко

Период	Наработка, час	Выработано электроэнергии, МВт·ч	Среднемесячная выработка, МВт
апрель	240	162,3	0,676
май	617	455,9	0,739
июнь	649	368,7	0,568
июль	349	171,9	0,493
август	744	373,6	0,502
сентябрь	689	442,0	0,642
Итого:	3288	1974,4	

Себестоимость выработанной электроэнергии по результатам эксплуатации составила 0,51 руб./кВт.

Ниже приведен расчет основных энергетических показателей мини-ТЭЦ с ПВМ.

Удельный расход условного топлива на выработанный 1 кВт·ч электроэнергии:

$$b_s = \frac{0,123}{\eta_c}, \quad (1)$$

где η_c – коэффициент полезного действия турбоустановки с противодавлением (без потерь в конденсаторе) по выработке электроэнергии:

$$\eta_c = \eta_m \cdot \eta_g \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{п.к.} = 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,99 \cdot 0,87 = 0,802,$$

где $\eta_{тр}$ – КПД транспортировки; $\eta_{тр} = 0,99$; $\eta_{пк}$ – КПД парового котла; $\eta_{пк} = 0,87$; η_m – механический КПД; $\eta_m = 0,98$; η_g – КПД электрогенератора; $\eta_g = 0,95$.

Таким образом, удельный расход условного топлива на выработанный 1 кВт·ч электроэнергии составляет:

$$b_s = \frac{0,123}{\eta_s} = \frac{0,123}{0,802} = 0,153 \text{ кг} / \text{кВт} \cdot \text{ч}. \quad (2)$$

Удельный расход условного топлива мини-ТЭЦ по производству теплоты:

$$b_m = \frac{143}{\eta_c^m}, \quad (3)$$

где η_c^T – коэффициент полезного действия мини-ТЭЦ по отпуску теплоты.

$$\eta_c^m = \eta_{my}^m \cdot \eta_{пк} \cdot \eta_{mp} = 0,98 \cdot 0,87 \cdot 0,99 = 0,844, \quad (4)$$

где $\eta_{тр}$ – КПД транспортировки; $\eta_{тр} = 0,99$; $\eta_{пк}$ – КПД парового котла; $\eta_{пк} = 0,87$; $\eta_{ту}^T$ – КПД, учитывающий потери при отпуске теплоты турбоустановкой (в сетевых подогревателях, паропроводах и т.д.); $\eta_{ту}^T = 0,98$.

Таким образом, удельный расход условного топлива мини-ТЭЦ по производству теплоты составляет:

$$b_m = \frac{143}{\eta_c^m} = \frac{143}{0,844} = 171,48 \text{ кг} / \text{МДж}. \quad (5)$$

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы о повышении энергоэффективности перевода промышленно-отопительных котельных в режим когенерации с использованием ПВМ:

1. утилизация энергии дросселируемого пара;
2. возможность установки ПВМ в существующем здании котельной без сооружения дополнительных строений и массивного фундамента;
3. небольшие сроки (1-1,5 года) на проведение реконструкции котельной с переводом в режим когенерации;
4. достаточно низкий удельный расход топлива на выработку электроэнергии;
5. себестоимость произведенной электроэнергии без учета топливной составляющей на уровне 0,10-0,15 руб./кВт · ч.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Энергетика России. Стратегия развития. (Научное обоснование энергетической политики). – М.: ГУ ИЭС Минэнерго России, 2003. – 800с.
2. Боровков В.М., Зысин Л.В. Проблемы и перспективы развития энергисточников малой мощности // Информационные и бизнес-технологии XXI-го века: Сб.тез. – СПб.: Изд. СПбГТУ, 1999.
3. Боровков В.М., Бородин О.А. Развитие малой энергетики, как элемент стратегической программы и энергосберегающей политики России // Энергетическая безопасность России - 2005: Тез. докл. С-Пб: Ленэкспо. 2005. - С.10-12.
4. Боровков В.М., Бородин О.А. Ввод источников энергии малой мощности // Промышленная безопасность. Энергетика. Экология. 2005, № 3. - С. 52-53.
5. Видайко В.И. Винтовой паровой расширитель мощностью 1000 кВт. СПб, 2003.10 с.

СОГЛАСОВАНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ИНТЕРЕСОВ ПРИ
ПЛАНИРОВАНИИ РЕСУРСНЫХ МЕГАПРОЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ
ПРОЕКТА «СИЛА СИБИРИ»

COORDINATION OF STRATEGIC INTERESTS IN PLANNING RESOURCE
MEGAPROJECTS ON THE EXAMPLE OF "THE POWER OF SIBERIA"
PROJECT

Аннотация. В статье определено содержание и значение ресурсного мегапроекта в российской экономике, уточнен организационно-экономический механизм планирования стратегических мегапроектов, на основе которого проанализирован мегапроект «Сила Сибири».

Ключевые слова: «Сила Сибири»; мегапроект; планирование.

Abstract. Impact of the resource megaproject was shown, organizational-economic mechanism of megaprojects planning and the megaproject «Power of Siberia» were analyzed.

Keywords: Power of Siberia; megaproject; planning.

В настоящее время одним из наиболее сложных объектов проектного управления выступают сложные инвестиционные мегапроекты, представляющие собой комплекс проектов взаимосвязанных отраслей. В условиях рыночной экономики реализация мегапроектов преследует геополитические, макроэкономические и социально-экономические цели устойчивого развития Российской Федерации.

Формирование эффективных стратегий развития перспективных газодобывающих районов является актуальной задачей и важнейшим условием повышения конкурентоспособности и устойчивого развития экономики России, включения в интеграцию мировых энергетических рынков.

В ближайшие десятилетия в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке планируется освоение запасов природного газа с целью организации масштабного экспорта на рынки АТР и ускорения развития регионов Восточной Сибири и Якутии. Уникальные свойства восточносибирских углеводородов обуславливают необходимость комплексного освоения месторождений, развития магистрального трубопроводного транспорта, энергетической и социальной инфраструктуры, создания высокотехнологичных производств по переработке углеводородного сырья и гелия, развития нефте- и газохимических производств. [3]

Основным условием формирования Восточно-Сибирского и Дальневосточного газонефтехимических кластеров является обеспечение согласованности стратегических интересов государства, добывающих и перерабатывающих компаний по сбалансированному развитию сырьевой базы, переработке и экспорту углеводородного сырья. Консолидация их усилий и ресурсов, а также

разработка системы эффективных взаимосвязанных механизмов государственной поддержки нефтегазохимических и сырьевых компаний достигается в ресурсном мегапроекте. [4]

Инфраструктурной основой освоения месторождений Сибирской платформы является мегапроект «Сила Сибири», которым предусмотрено строительство магистрального газопровода.

Стратегическое планирование мегапроекта предусматривает решение следующих задач: обоснование целевых установок и разработка альтернативных сценариев мегапроекта; формирование портфеля инвестиционных проектов участников на основе консолидации их интересов для достижения целей мегапроекта; определение ядра мегапроекта; определение потенциальных направлений развития межотраслевых кластеров [1].

Одним из механизмов реализации мегапроекта «Сила Сибири» может стать консорциум с участием «Газпрома», независимых производителей газа и государства. При этом государство, исполняя функцию контроля над проектом, должно создать внутри него конкурентную среду и обеспечить всем участникам консорциума доступ к газопроводу. Такой вариант позволит разделить затраты инвестирования, обеспечит оптимизацию рисков и издержек, связанных со строительно-подрядными работами, ускорит начало экспорта в Китай и темпы газификации регионов Сибири и Якутии. [2]

На основе организационно-экономического механизма был выполнен анализ мегапроекта «Сила Сибири».

Факторы и условия формирования мегапроекта отражают развитие внешней среды. Мегапроект «Сила Сибири» является базой для комплексного социально-экономического развития регионов Восточной Сибири и Якутии. Его реализация обеспечит повышение уровня и качества жизни регионов, увеличение уровня газификации, создание новых рабочих мест, поступления налогов, развитие газохимии. Мегапроект формируется вдоль трассы магистрального нефтепровода ВСТО, что существенно снижает общие инвестиции. Ресурсной базой мегапроекта являются два месторождения газа: Чаяндинское и Ковыктинское. [5]

На этапе разработки сценариев обосновываются целевые установки, определяется основополагающее звено - ядро мегапроекта, включающее цели проекта, выпуск продукции и объем экспорта. Цели проекта следующие: 1) создание линии взаимодействия России и стран АТР; 2) устойчивое развитие Якутии и Восточной Сибири.

Ориентировочная стоимость строительства газопровода «Сила Сибири» составит 770 млрд. Мощность газопровода – 61 млрд. куб. м. в год. Ежегодные поставки газа в Китай в течение 30 лет в объеме 38 млрд. кубометров оцениваются в \$400 млрд.

В результате реализации мегапроекта ожидаются следующие итоги: диверсификация экспорта сырья, синергетическое воздействие на развитие Восточной Сибири и Якутии, поставки газа в сопутствующие отрасли, ускорение

темпов газификации, строительство газоперерабатывающих и газохимических комплексов, снижение уровня безработицы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гимади Э. Х., Гончаров Е. Н., Пляскина Н. И., Харитонов В. Н. Сетевые модели координации принятия решений в межотраслевых мегапроектах освоения нефтегазовых регионов // Вестник НГУ. – 2012 – №3. – С. 97-109
2. Дзядко Т. Китайский промысел «Роснефти» и Геннадия Тимченко/ Т. Дзядко – Режим доступа к ст.: <http://rbcdaily.ru/> (дата обращения 13.01.15)
3. Лабыкин А. Зачем нам нужна «Сила Сибири»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ст.: <http://expert.ru/> (дата обращения 17.01.15)
4. Пляскина Н.И., Харитонов В.Н. Контракт «Сила Сибири» и сценарии развития нефтегазохимических кластеров Восточной Сибири и Республики Саха (Якутия) // Бурение и нефть – 2015 - №3
5. ОАО «Газпром»: [Официальный сайт] – Режим доступа: <http://www.gazprom.ru/> (дата обращения 15.01.15)

УДК: 330.15

О.И.Жолудева, Л.Л.Каменик

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

PERFECTION OF GOVERNMENT CONTROL SYSTEM IN THE WATER CONTROL FIELD

Аннотация. Данная статья посвящена изучению проблем государственного регулирования в сфере управления водными ресурсами в России. Выявлены недостатки современной системы государственного регулирования и предложены необходимые изменения, базирующиеся на принципе обеспечения экономической целесообразности рационального использования водных ресурсов. Используя полученные в ходе проведения исследования данные и предложенные рекомендации, необходимо усовершенствовать систему государственного регулирования в сфере управления водными ресурсами.

Ключевые слова. Водные ресурсы, государственное регулирование, рациональное природопользование.

Abstract. This article is devoted the study of government control problems in the water control field in Russia. The lacks of the modern government control system are exposed and necessary changes, being based on principle of financial viability providing of the rational water resources use, are offered. Drawing on the researches got during a leadthrough these and offered recommendations, it is necessary to perfect the government control system in the water control field.

Keywords: water resources, government control, environmental management.

Водные ресурсы Земли исчерпаемы, несмотря на то, что в процессе круговорота они, казалось бы, непрерывно возобновляются. Однако при существующем на данный момент росте потребления воды и нерациональном ее использовании процесс восстановления становится все более сложным.

Водное хозяйство является отраслью экономики государства и требует рационально организованной системы государственного регулирования для обеспечения условий успешного социально-экономического развития страны. Методы государственного регулирования должны учитывать постоянно меняющуюся экономическую ситуацию, а также специфику региона. Таким образом, для обеспечения качественного управления водными ресурсами необходим своевременный анализ и совершенствование государственного регулирования.

На протяжении последних десятилетий ведется постоянное перестроение системы управления водными ресурсами в России и регионах с использованием опыта зарубежных стран и с учетом изменения экономической обстановки. Однако государственное регулирование в сфере водопотребления на данный момент недостаточно совершенно и имеет ряд упущений, таких как отсутствие экономического механизма воздействия на деятельность водопользователей, недостаточный контроль со стороны государства, что приводит к дефицитности бюджета.

Целью исследования является обеспечение рационального использования водных ресурсов путем выработки общих рекомендаций по совершенствованию системы государственного регулирования в сфере управления водными ресурсами.

Для достижения цели решались следующие задачи:

- изучение состояния водных ресурсов России на данный момент;
- анализ существующей системы государственного регулирования в сфере управления водными ресурсами;
- выработка рекомендаций по совершенствованию системы государственного регулирования в сфере управления водными ресурсами.

На долю России приходится примерно пятая часть мировых запасов пресной воды, и наша страна входит в группу стран мира наиболее обеспеченных водными ресурсами не только по объемам запасов, но и в расчете на 1 жителя. [1]

Водозабор на хозяйственные нужды в целом по стране не так велик – около 3% среднего многолетнего стока рек. Но в связи с крайне неравномерным распределением водных ресурсов по территории страны в некоторых регионах существует водохозяйственная напряженность. Так в бассейне р. Волги водозабор составляет 33% всего водозабора страны, а в ряде других речных бассейнов (Дон, Терек, Кубань) и вовсе существует превышение экологически допустимых объемов изъятия, что служит сдерживающим фактором развития народного хозяйства. [2]

Однако сброс неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод является основной причиной загрязнения водных объектов. На сегодняшний день, по данным различных источников, нормативам качества не соответствует 35-

60% питьевой воды. Каждый второй житель России использует питьевую воду, не отвечающую требованиям установленных нормативов. В 2008 г. объем сточных вод составил 17 куб. км. при том, что наблюдается снижение сброса нормативно-очищенных вод из-за нарушения технических регламентов и несоответствия очистных сооружений современным требованиям. За период с 2000 г. по 2012 г. снижение сброса нормативно-очищенных вод составило 30%, что связано как с переходом сточных вод в категорию загрязненных, так и с уменьшением количества отчитывающихся водопользователей. Немаловажное значение имеет также проблема потери воды. К примеру, в 2008 г. объем потерь в суммарном объеме забора воды составил 9,6%. В промышленности потери могут составлять более 25%, а в сельском хозяйстве – до 30%.

Современная российская система государственного регулирования в сфере управления водными ресурсами построена по территориальному принципу и имеет 4 уровня – федеральный, межрегиональный, региональный и уровень субъектов РФ. Организационная структура государственного управления представлена на рис. 1.

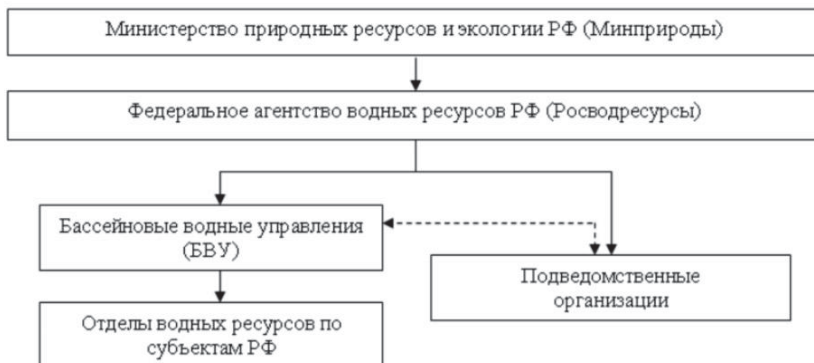


Рисунок 1. Современная организационная структура государственного управления водными ресурсами в России [3]

Правовой основой государственного регулирования в сфере управления водными ресурсами является водное законодательство. На сегодняшний день оно базируется на Водном кодексе Российской Федерации (№74 ФЗ), вступившем в силу с 01.01.2007, [4] а также принимаемых в соответствии с ним законов и правовых актов на федеральном уровне и уровне субъектов федерации. Одним из важнейших механизмов управления является предоставление права пользования водными объектами при выполнении водопользователями ряда условий, включающих разрешенные объемы забора и сброса, выполнение водоохраных мероприятий, платность водопользования и ведение мониторинга. Также Правительством России была разработана Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года.

Эффективность системы государственного регулирования на данный момент не обеспечивает поддержания рационального уровня водопотребления и качества вод. В России существует проблема завышенного потребления воды промышленностью: в сравнении с Германией, где на производство единицы ВВП требуется менее 1,5 тыс. куб. м воды, в России тратится до 4,5 тыс. куб. м. Это связано, в первую очередь, с низкой стоимостью водных ресурсов. Крайне низкие ставки водного налога не стимулируют водопользователей подходить к расходованию воды рационально. А поступающие за счет водного налога в бюджет государства средства не могут обеспечить выполнение целевых программ по охране и рациональному использованию водных ресурсов (поступления от водного налога в 2012 г. составили менее 0,001% в общем объеме поступлений). [5] Не менее важное значение имеет тот факт, что темп роста индексации платежей значительно ниже темпа роста инфляции (рис. 2). На конец 2012 г. значение платежей уменьшилось почти втрое в сравнении с 2003 г.

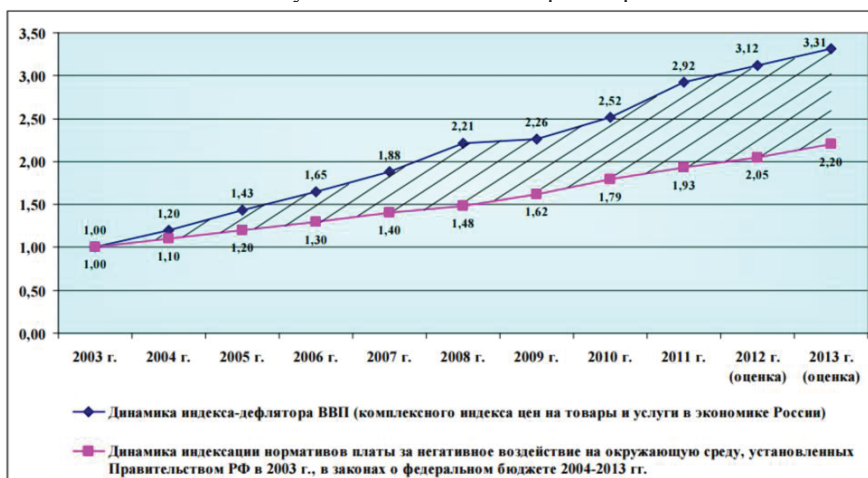


Рисунок 2. Соотношение между индексацией нормативов платы за негативное воздействие на окружающую среду, установленных в 2003 г., и фактической динамикой цен в России

Для обеспечения рационального водопользования необходимо совершенствование существующей системы государственного регулирования в данной сфере путем разработки экономического механизма воздействия на водопользователей и налогового регулирования, а также формирования бюджета для обеспечения допустимого качества вод. Автором выработаны следующие рекомендации:

1. стимулирование водопользователей к использованию современных водосберегающих технологий платой за пользование водными ресурсами и налоговыми льготами (принцип ступенчатости);

2. размер платы за пользование водными ресурсами должен рассчитываться исходя из необходимых затрат на водоохранную деятельность и учитывать рост инфляции;

3. средства, поступающие в бюджет за счет налоговых платежей за пользование водными ресурсами должны направляться в водные фонды и использоваться исключительно в целях обеспечения рационального использования водных ресурсов и поддержания их качества;

4. реализация мер по обеспечению качества воды, соответствующего нормативам должна проводиться путем повышения технологического уровня водоподготовки и очистки сточных вод для водопользователей водных объектов.

Используя полученные в ходе проведения исследования данные и предложенные рекомендации, необходимо усовершенствовать систему государственного регулирования в сфере управления водными ресурсами. Применение изложенных в работе принципов позволит обеспечить экономическую целесообразность рационального использования водных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2012 году». Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации / НИА-Природа Москва – 2013.

2. Выступление ведущего научного сотрудника Отдела отраслевой и региональной экономики РИСИ В.М. Клапцова на ситуационном анализе «Глобальные проблемы водных ресурсов» / Электронный ресурс: <http://riss.ru/analitics/1049/>

3. «Управление водным хозяйством государства: опыт России и стран мира». Доровская Н. / Электронный документ.

4. «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 N 74-ФЗ / Электронный ресурс: <http://www.consultant.ru/popular/waternew/>

5. «О совершенствовании организации управления водохозяйственным комплексом в Российской Федерации». Трутнев Ю. П. / Вода России. – 2006.

УДК: 338.28

А.В. Киричев, Е.И. Климов, В.А. Панченко

ОБЗОР ТЕПЛОФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ КАК ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ УСТАНОВОК СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

OVERVIEW PHOTOVOLTAIC THERMAL MODULES AS ENERGY EFFICIENCY SYSTEMS BASED ON SOLAR ENERGETICS

Аннотация. В статье приведен обзор основных типов солнечных когенерационных модулей. Рассмотрены преимущества и недостатки каждой модели.

Определены основные направления повышения эффективности преобразования солнечной энергии в гибридных солнечных модулях.

Ключевые слова: энергоснабжение, солнечный когенерационный модуль, фотоэлектрическая установка, солнечный коллектор, гибридный коллектор, фотоэлектрические тепловые модули.

Abstract. There is an overview of the main types of solar cogeneration modules in this article. Advantages and disadvantages in every model are described. Main directions of improving the efficiency of solar energy conversion in hybrid solar modules are allocated.

Keywords: electric power supply, solar cogeneration module, photovoltaic plant, solar collector, hybrid collector, photovoltaic thermal modules.

На сегодняшний день для производства тепловой и электрической энергии все чаще используются энергетические установки, преобразующие энергию солнечного излучения. Наибольшее распространение получили солнечные фотоэлектрические модули на основе планарных кремниевых солнечных элементов, предназначенные для получения электрической энергии. Наряду с фотоэлектрическими модулями широко используются солнечные коллекторы, предназначенные для получения тепловой воды. Однако во всем мире ведутся исследования по совмещению данных установок в одну, которая позволит уменьшить затраты и избавиться от ряда индивидуальных недостатков установок. К примеру, при охлаждении фотоэлектрического модуля теплоносителем, который является теплоносителем одновременно и солнечного коллектора, обеспечиваются нормальные температурные условия кремниевых солнечных элементов, что помогает избежать потерь электрической энергии, повысив электрический КПД электрической части модуля. Исследования в этой области направлены на усовершенствования конструкций; оптимизацию щелевых зазоров между солнечными элементами и остеклением, а также между тыльной стороной абсорбера (радиатора солнечных элементов) и изоляцией модуля, на рассмотрение различных компоновок систем (естественной, принудительной циркуляцией; одинарный или двойной контур нагрева) и т. д.

В настоящее время используются три основные технологии преобразования солнечной энергии:

1. Получение электрической энергии с помощью фотоэлектрического эффекта с применением солнечных элементов;
2. Получение тепловой энергии посредством нагрева теплоносителя модуля от солнечного излучения;
3. Получение тепловой и электрической энергии в солнечных станциях с концентраторами и термодинамическим циклом работы.

Рассмотрим основные факторы, от которых зависит эффективность установок предназначенных для преобразования солнечной энергии. Основным конструктивным элементом тепловой солнечной установки является солнечный коллектор, в котором происходит улавливание солнечной энергии, преобразование её в теплоту и нагрев воды или другого теплоносителя. Основой плоского

коллектора является светопоглощающая поверхность, имеющая надёжный контакт с рядом каналов для движения нагреваемого теплоносителя. Совокупность плоской светопоглощающей поверхности и каналов образует единый конструктивный элемент – абсорбер. Для повышения эффективности процесса поглощения солнечного излучения верхнюю часть абсорбера рекомендуется окрашивать в черный цвет и применять специальные поглощающие селективные покрытия. Снижение тепловых потерь от абсорбера в окружающее пространство достигается за счёт использования теплоизоляции, закрывающей нижнюю и боковые поверхности абсорбера и применения светопрозрачной изоляции, размещаемой над абсорбером. Все перечисленные элементы помещаются в корпус, где производится уплотнение прозрачной изоляции [1].

Основные причины снижения эффективности работы фотоэлектрических преобразователей – осаждение пыли на их поверхности и нагрев материала под воздействием излучения. Естественным образом повышение температуры снижает количество вырабатываемой электроэнергии. Так, увеличение температуры кремниевых материалов на 1 °С снижает коэффициент преобразования на 0,4 – 0,5 % [2]. Результатом поиска решений данной проблемы стала интеграция фотоэлектрических преобразователей с плоскими солнечными коллекторами и создание на их основе нового вида установок, так называемых когенерационных солнечных модулей (тепловых фотоэлектрических, гибридных солнечных коллекторов, англ., photovoltaic thermal modules, PVT). Идея создания такой установки оказалась перспективной, так как в установке решались одновременно две задачи: получение тепловой и электрической энергии при значительном уменьшении занимаемой установкой площади по сравнению с отдельным размещением солнечных фотоэлектрических модулей и солнечных коллекторов. Охлаждение солнечных элементов теплоносителем, который одновременно является теплоносителем и солнечного коллектора, позволяет обеспечить оптимальные условия для работы самих солнечных элементов. Основываясь на факте, что солнечные элементы поглощают лишь малую часть солнечного излучения, а остальное выделяется в неблагоприятную для элемента теплоту, рациональнее это тепло отводить рабочим телом (теплоносителем) солнечного коллектора (радиатора солнечных элементов), что позволит увеличить общую производительность тепловых фотоэлектрических солнечного модуля (солнечного гибридного коллектора). В работе [3] подробно рассмотрен пример такого теплофотоэлектрического модуля с трубчато-листовым теплообменником и одинарным остеклением (рис. 1)

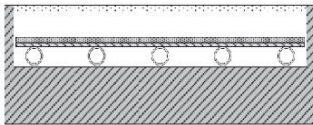


Рисунок 1. Общий вид теплофотоэлектрического модуля с трубчато-листовым теплообменником и одинарным остеклением

Основными недостатками такого типа модуля является низкая эффектив-

ность преобразования солнечной энергии в теплоту в связи с плохим тепловым контактом каналов теплообменника с солнечными элементами и большими тепловыми потерями ввиду одинарного остекления.

Основным недостатком системы, представленной на рисунке 2 и в [4] является небольшой срок службы фотоэлектрической части модуля с использованием этиленвинилацетата (EVA) в качестве заполнителя по сравнению с полисилоксановым двухкомпонентным гелем, разработанным сотрудниками ВИЭСХ [5]. Также возникают большие тепловые потери ввиду плохой лицевой тепловой изоляции солнечных элементов от внешней среды (отсутствие воздушной прослойки между элементами и остеклением).

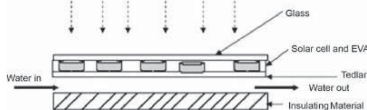


Рисунок 2. Поперечное сечение теплофотоэлектрического модуля с этиленвинилацетатным заполнителем

Основной задачей оптимизации конструкции, представленной на рисунке 3 и в публикации [6] является оптимизация размера зазоров с теплопроводящим слоем у элементов и с охлаждающей жидкостью в радиаторе.

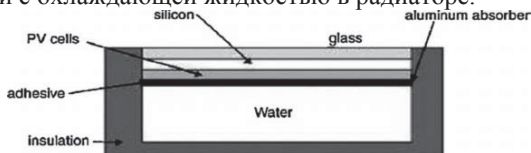


Рисунок 3. Поперечное сечение теплофотоэлектрического модуля с силиконовым заполнителем и щелевым зазором водяного радиатора

При усовершенствовании конструкции фотоэлектрического теплового модуля, показанного на рисунке 4 и описанного в публикации [7], с абсорбером прямоугольного вида в сечении, возможно его изготовление в виде V-образного треугольника, который представлен на рисунке 5 и в публикации [8].

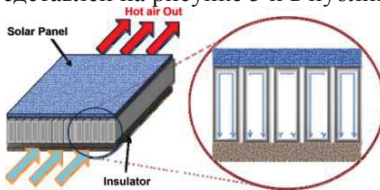


Рисунок 4. Поперечное сечение теплофотоэлектрического модуля с прямоугольными каналами абсорбера

Благодаря такому изменению конструкции уменьшаются тепловые потери в нижней части абсорбера.

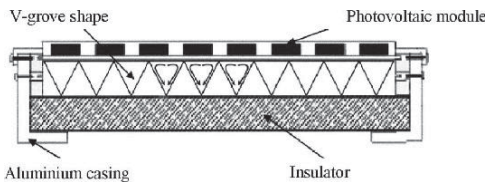


Рисунок 5. Поперечное сечение теплофотovoltaического модуля с V-образными каналами абсорбера

Ещё одним из конструктивных вариантов солнечных теплофотovoltaических модулей является система с двумя абсорберами (рис. 6). Такая конструкция позволяет увеличить тепловой КПД модуля [9], однако использование двух абсорберов приводит к значительному удорожанию модуля.

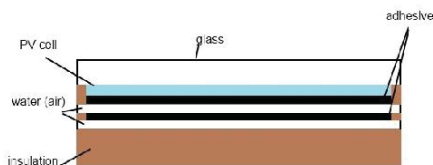


Рисунок 6. Теплофотovoltaический модуль с двумя абсорберами

Учитывая все положительные аспекты вышеописанных конструкций и уменьшая влияние отрицательных, возможно изготовление высокоэффективного теплофотovoltaического модуля, однако в случаях, когда установка не может обеспечить необходимую потребителю температуру теплоносителя, целесообразно применение систем солнечных концентраторов небольшой концентрации совместно с фотovoltaическими преобразователями (рис. 7) [10,11].

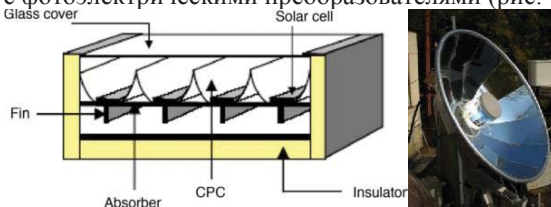


Рисунок 7. Теплофотovoltaические модули с параболическими концентраторами двух типов. В качестве теплоносителя используется воздух (слева) и вода (справа)

На сегодняшний день одной из самых совершенных конструкций с точки зрения коммерциализации, являются модули компании Solimpeks (рис.8), [12], однако, даже серийно изготавливаемые модули отличаются большой материалёмкостью, массой и, соответственно, стоимостью. Кроме того, модули выполняются в двух вариантах для различного назначения – максимальной электрической эффективности и максимальной тепловой эффективности, что позволяет усомниться универсальностью данной разработки, так как в любом слу-

чае происходит уменьшение одной из составляющих энергоснабжения.

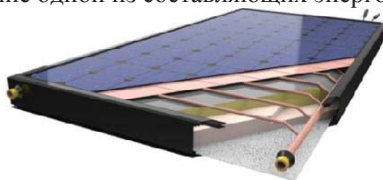


Рисунок 8. Теплофотоэлектрический модуль компании Solimpeks

Основной целью дальнейших исследований бесконцентраторных солнечных фотоэлектрических тепловых модулей, разрабатываемых в ВИЭСХ, является разработка и исследование солнечного теплофотоэлектрического модуля (PVT-модуля) на основе планарных солнечных элементов. Дополнительной целью исследования является поиск путей увеличения срока службы общей эффективности модуля. Основным же ожидаемым результатом от разработки является повышение общего коэффициента полезного действия солнечного модуля за счёт внедрения в конструкцию разработок ВИЭСХ и увеличение срока службы фотоэлектрического теплового модуля по сравнению с аналогами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Удалов, С.Н. Возобновляемые источники энергии [Текст]: учебник / С.Н. Удалов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. – 432 с.
2. Соренсен Б. Преобразование, передача и аккумуляирование энергии: Учеб.-справ. руков. — Долгопр.: ИД «Интеллект», 2011.
3. Jarrett Carriere and Stephen Harrison. Dimensional heat transfer analysis of a sheet-and-tube flat plate PV/thermal collector. Solar Calorimetry Lab, Queen's University McLaughlin Hall, 136 Stuart Street., Kingston, On. K7L 3N6.
4. Tiwari A, Sodha MS. Performance evaluation of hybrid PV/thermal water/air heating system: a parametric study. Renewable Energy 2006;31:2460–74.
5. Стребков Д.С., Персиц И.С., Панченко В.А. Солнечные модули с увеличенным сроком службы // Инновации в сельском хозяйстве. Теоретический и научно-практический журнал. Инновации в возобновляемой энергетике. № 3(8)/2014, С. 154 – 158.
6. Rosell JI, Vallverdu X, Lechon MA, Ibanez M. Design and simulation of a low concentrating photovoltaic/thermal system. Energy Conversion and Management 2005;46:3034–46.
7. Ibrahim A, Jin GL, Daghigh R, Salleh MHM, Othman MY, Ruslan MH, et al. Hybrid photovoltaic thermal (PV/T) air and water based solar collectors suitable for building integrated applications. American Journal of Environmental Sciences 2009;5:618–24.
8. Othman MYH, Ruslan H, Sopian K, Jin GL. Performance study of photovoltaicthermal (PV/T) solar collector with V-grooved absorber plate. Sains Malaysiana 2009;38:537–41.

9. Hendrie S.D., "Photovoltaic/thermal Collector Development Program—Final Report," Lincoln laboratory, Report MIT 1982.

10. Alfegi MEA, Sopian K, Othman MYH, Yatim BB. Transient mathematical model of both side single pass photovoltaic thermal air collector. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences 2007;2:22–6.

11. Стребков Д.С., Майоров В.А., Панченко В.А. Солнечный тепло - фотоэлектрический модуль с параболическим концентратором // Альтернативная энергетика и экология, 2013, №1/2, С. 35-39

12. Solimpeks. Volther Hybrid PV-T Panels. <http://www.solimpeks.com>.

УДК: 338.28

Е.И. Климов, Е.С. Бодрова

МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА ВЫХОДА СВАЛОЧНОГО БИОГАЗА С ПОЛИГОНОВ ТБО

METHODS OF ESTIMATION OF TOTAL CAPACITY OF AN OUTPUT OF LANDFILL GAS FROM MSW LANDFILLS

Аннотация. Данная статья посвящена вопросу определения объема выхода свалочного биогаза с полигона ТБО. В начале статьи представлена вводная информация о свалочном биогазе, во второй половине статьи приводятся основные математические модели, которые используют для определения объема выхода свалочного биогаза с полигона ТБО во всем мире.

Ключевые слова: математическое моделирование, полигон ТБО, свалочный биогаз.

Abstract. This article is dedicated to a question of an estimation of total capacity of an output of the landfill gas from MSW landfill. The first part of the article consists of an introductory information about landfill gas. The second part of the article presents main mathematical models used for an estimation of total capacity of an output of landfill gas from MSW landfills worldwide.

Keywords: mathematical modeling, MSW landfill, landfill gas.

С каждым днем население Земли возрастает, вместе с ним возрастает и его энергетический голод. Все активнее дают о себе знать две наиболее важные проблемы человечества: увеличение количества разнообразных отходов и уменьшение запасов традиционных ископаемых видов топлива. Частичным решением энергетической проблемы является использование биогаза полигонов твердых бытовых отходов – газа, образующегося при анаэробном разложении органической составляющей твердых бытовых отходов (ТБО) [1].

Свалочный биогаз – это биогаз, полученный в результате деятельности человека, то есть искусственно. Он, как и любой другой источник нетрадиционной возобновляемой энергии, неисчерпаем и возобновляем, так как результатом человеческой деятельности является образование бытовых и производ-

ственных отходов. Ресурсы ни одного вида топлива на планете не будут увеличиваться, и только ТБО – это то топливо, которое не будет исчерпано до тех пор, пока существует человечество.

Основную объемную массу биогаза составляют метан CH_4 и диоксид углерода CO_2 . Соотношения этих компонентов может меняться от 40 - 70 % до 30 - 60 % соответственно. В существенно меньших концентрациях присутствуют азот N_2 , кислород O_2 , водород H_2 . Также в качестве микропримесей в состав биогаза входят десятки различных соединений. Низшая теплота сгорания газовой смеси варьируется от 18 до 24 МДж/м³ [2].

Свалочный биогаз образуется в теле полигона ТБО. Со временем газовая смесь достигает больших объемов и может вырваться из тела полигона и вызвать загрязнение окружающей среды ксенобиотиками. Вследствие выброса свалочного биогаза возникает опасность появления взрыва или отравления персонала полигона ТБО, выброс также может привести к отравлению гражданских лиц. Исходя из изложенных фактов, можно сделать вывод, что добыча свалочного биогаза не только может принести выгоду в плане решения энергетических проблем, но и уменьшить вероятность экологического загрязнения.

Процесс добычи свалочного биогаза с полигонов ТБО принято называть дегазацией полигонов ТБО. Дегазация является одним из главных инструментов минимизации эмиссий биогаза как действующих (эксплуатируемых), закрытых и проектируемых полигонов ТБО. Для дегазации свалок используют два основных метода: пассивной и активной дегазации.

Пассивная дегазация осуществляется за счет собственного избыточного давления, имеющегося в толще полигона (свалки).

Активная дегазация предусматривает откачку биогаза из тела полигона и дальнейшее его использование, система активного сбора биогаза включает в себя устройства, создающие градиент давления.

Выбор метода дегазации зависит от цели управления (удаление или предотвращение миграции газа) и таких факторов, как: конструкция и возраст полигона; тип отходов (содержание органических веществ отходов); объем и глубина отходов; локальное состояние (геология, место, использование прилегающей территории и демография) [3].

Для оценки объема образования свалочного биогаза можно использовать различные математические модели или полевые и лабораторные исследования. Для первичной оценки запасов свалочного биогаза выгодно пользоваться математическими моделями, так как данный способ не требует крупных материальных затрат. Рассмотрим основные математические модели, которые используются в мире для определения объемов выхода свалочного биогаза с полигонов ТБО и сделаем основные выводы [4].

Первой представим модель «Landfill Air Emissions Estimation Model», так же её называют моделью разложения первого порядка. Она является одной из самых распространенных моделей для проведения расчета выхода свалочного биогаза с полигонов ТБО во всем мире. Модель, разработанная Cooper C.D. и Reinhard D.R., легка в понимании и, благодаря системе констант, позволяет без

особых трудностей определить выход свалочного биогаза с полигона ТБО. Данная модель активно используется в расчетах US EPA. Формула, описывающая модель выхода биогаза:

$$Q = L_0 \cdot R \cdot (e^{-kc} - e^{-kt}), \quad (1)$$

где Q - уровень метанообразования, $\text{м}^3/\text{год}$;
 R - ежегодный прирост отходов, $\text{т}/\text{год}$;
 L_0 - потенциал образования метана, $\text{м}^3/\text{т}$ ТБО;
 k - константа разложения отходов, $1/\text{год}$;
 c - время с момента закрытия полигона, лет;
 t - время с момента открытия полигона, лет.

Для демонстрации модели смоделируем полигон ТБО, рассчитанный на 30 лет эксплуатации. Представим, что население города, к которому относится полигон ТБО, составляет $H_1=1150 \cdot 10^3$ человек, а через 30 лет население составит $H_2=1500 \cdot 10^3$ человек, тогда ежегодный прирост отходов составит:

$$R = \frac{H_1 + H_2}{2} \cdot \frac{K_{omx}}{1000} \cdot 365, \text{ кг}, \quad (2)$$

где K_{omx} – количество отходов, образующееся в процессе потребления одним человеком за один день. Для крупных городов $K_{omx} = 1,5$ кг.

Получив все необходимые данные, можно перейти к построению зависимостей объема выхода свалочного биогаза от времени. Значения потенциала образования метана (L_0) и константы разложения отходов (k) возьмем из таблицы 1.

Таблица 1.

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ МОДЕЛИ «LANDFILL AIR EMISSIONS ESTIMATION MODEL»

Коэффициенты	Категории отходов			
	Быстро разлагаемые	Умеренно- быстро разлагаемые	Умеренно- медленно разлагаемые	Медленно разлагаемые
k , 1/год	0,140	0,07	0,028	0,014
L_0 , $\text{м}^3/\text{т}$ ТБО	48	88	149	140

Результаты моделирования можно увидеть на рисунке 1.

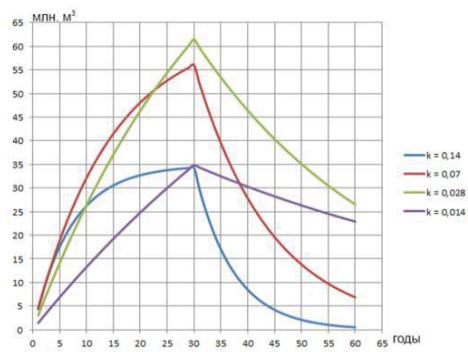


Рисунок 1. Графические результаты расчетов объема выхода свалочного биогаза по модели «Landfill Air Emissions Estimation Model»

За 60 лет сбора свалочного биогаза с полигона ТБО при быстро разлагаемом характере отходов можно получить до 1041,207 млн. м³ свалочного биогаза, при умеренно-быстро разлагаемом характере отходов до 1820,543 млн. м³, при умеренно-медленно разлагаемом характере отходов до 2308,815 млн. м³ и при медленно разлагаемом характере до 1423,58 млн. м³.

Для проверки результатов расчета воспользуемся программой LandGEM – v3.02, разработанной US EPA. Данная программа основана на модели «Landfill Air Emissions Estimation Model», но имеет ряд отличий, позволяющих оценить состав газовой смеси. LandGEM – v3.02 позволит сравнить графические результаты, полученные по предыдущей модели, и получить пример ожидаемого результата при дальнейшем моделировании.

После ввода данных в программу, тех же что использовались в первой модели, были получены графические зависимости, представленные на рисунке 2.

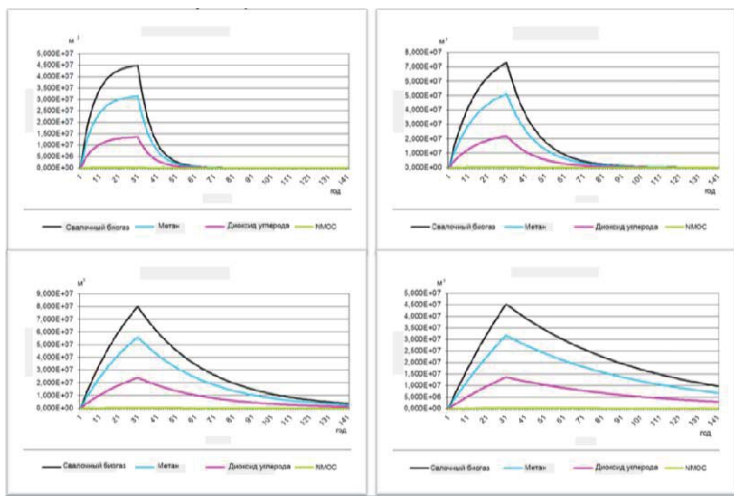


Рисунок 2. Результаты расчета объема выхода свалочного биогаза в программе LandGEM - v3.02

Графические зависимости близки к тем, что были получены при первом моделировании. Максимальный объем выхода свалочного биогаза приходится на 30-31 год существования полигона, то есть на период, когда полигон прекращает свою деятельность, а довольно большая часть накопленных отходов вошла в фазу активного анаэробного брожения. Можно сделать вывод о соответствии расчетов по первой модели.

Следующая модель - «Tabasaran-Retenberger». Данную модель используют в Австрии и Германии. Эта модель требует большего количества данных, что осложняет расчет. Представим ее в виде формулы:

$$G_t = G_b \cdot (1 - 10^{-k \cdot t}), \quad (3)$$

где G_t - объем выхода свалочного биогаза за год, $\text{м}^3/\text{год}$;

G_b - промежуточный уровень объема выхода свалочного биогаза за год, $\text{м}^3/\text{год}$;

k - константа разложения, лежит в диапазоне от 0,025 до 0,05 год^{-1} (по рекомендациям к расчету по данной модели);

t - время разложения, лет.

Промежуточный уровень объема выхода свалочного биогаза за год G_e рассчитаем по вспомогательной формуле «Weber»:

$$G_e = 1,868 \cdot M \cdot C_0 \cdot f_a \cdot f_{ao} \cdot f_o \cdot f_s \cdot k \cdot e^{-k \cdot t}, \quad (4)$$

где M – количество отходов;

C_0 – содержание органического углерода в отходах, примем за $740 \frac{\text{кг}}{\text{т}}$, данное значение взято как среднее для города Челябинска;

f_a – коэффициент разложения, учитывающий содержание в отходах неразлагаемого и трудноразлагаемого углерода, принимаемый за 0,7;

f_{ao} – коэффициент, принимаемый при послойном уплотнении 2-метровыми слоями по краям, принимаемый за 0,95;

f_o – коэффициент, отражающий соотношение между образованием газа в оптимальных и реальных условиях, принимаемый за 0,7;

f_s – фактор регистрации, учитывающий наличие или отсутствие систем дегазации на полигоне, для полигона с активной дегазацией принимаем за 0,5;

k – коэффициент разложения первого порядка, примем за 0,1;

t – время разложения, лет.

Используя все необходимые данные, проведем моделирование с целью получения графических зависимостей объема выхода свалочного биогаза с полигона ТБО от времени, в двух крайних случаях, когда $k = 0,025 \text{ год}^{-1}$ и $k = 0,05 \text{ год}^{-1}$. Полученные зависимости показаны на рисунке 3.

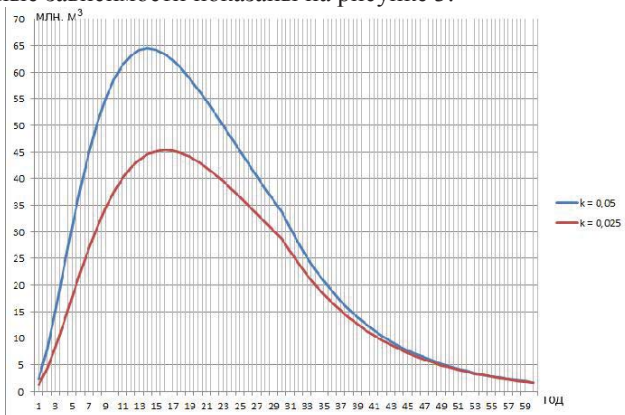


Рисунок 3. Графические результаты расчетов выхода свалочного биогаза по модели «Tabasaran-Retenberger»

Полученные зависимости отличаются от графических зависимостей предыдущих моделей. Главное отличие заключается в расположении максимума объема выхода свалочного биогаза относительно года эксплуатации полигона ТБО. В модели «Tabasaran-Retenberger» максимум объема выхода свалочного биогаза приходится на 14 и на 16 годы эксплуатации полигона, в то время как в моделях «Landfill Air Emissions Estimation Model» и «LandGEM» максимум объема выхода свалочного биогаза приходится на 30-31 год. Суммарные значения объема выхода свалочного биогаза с полигона ТБО за 60 лет близки к значениям полученным по предыдущих моделям и составляют для $k = 0,025 \text{ год}^{-1}$ около 1269,889 млн. м³, и для $k = 0,05 \text{ год}^{-1}$ около 1697,86 млн. м³.

В завершении работы сделаем основные выводы:

– Для первичной оценки запасов скопившегося свалочного биогаза в теле полигона ТБО достаточно провести расчет по одной из математических моделей.

– «Landfill Air Emissions Estimation Model» является самой простой для расчета моделью из представленных в данной статье моделей, поэтому данную модель целесообразно использовать для первичной оценки газового потенциала полигонов ТБО на территории Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. ГОСТ Р 54531-2011 Нетрадиционные технологии. Возобновляемые и альтернативные источники энергии. Термины и определения.
2. Гуков Д.М., Молчанова И.В., Использование свалочного газа для малой энергетики с последующей рекультивацией полигонов, Экологические проблемы промышленных мегаполисов / Материалы VI международной научно-практической конференции.-Москва-2009, с 24-26.
3. Проектирование, строительство и рекультивация полигонов ТБО Московской области. ТСН 30-308-2002 Московской области.- http://gostbank.metaltorg.ru/data/norms_/tsn/96.pdf.
4. Вайсман Я.И., Управление метаногенезом на полигонах твердых бытовых отходов/ Я.И Вайсман., О.Я Вайсман., С.В Максимова. – Пермь: Пермский государственный технический университет, 2003. – 232 с.
5. REFERENCES
6. GOST R 54531-2011 Nonconventional technologies. Renewable and alternative energy sources. Terms and definitions.
7. Gukov D.M., Molchaniva I.V. The Usage of Landfill Gas for Small Energetics with Followed Revegetation of Landfills. Proceedings of the *Ecological Problems of Industrial Cities: 6th Annual International Scientific-Practical Conference* (Moscow, 2009). Pp 24-26. (rus)
8. Proektirovanie, stroitelstvo i recultivacia polygonov TBO Moscovskoy oblasti. TCN 30-308-2002 Moscovskoy oblasti.- http://gostbank.metaltorg.ru/data/norms_/tsn/96.pdf.
9. Vaysman Ya.I., Upravlenie metanogenezom na polygonah tverdyih byitovyih othodov [Methanogenesis Management on MSW landfills]. Perm: *PSTU*, 2003. 232 p. (rus)

УДК: 332.1

Е.В. Климова, И.В. Неведомский

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ И ЕГО ОЦЕНКА

INNOVATIVE POTENTIAL OF POWER COMPANY AND HIS ESTIMATION

Аннотация. Рассмотрены особенности формирования, развития и оценки инновационного потенциала энергетической компании.

Ключевые слова: Инновации, инновационный потенциал, энергетическая компания.

Abstract. Features of the formation, development and evaluation of innovative potential in energy company were studied.

Keywords: innovation, innovation potential, energy company.

Основными особенностями производственной сферы на современном этапе развития являются: повышение наукоемкости выпускаемой продукции, усложнение производственных процессов, наличие жесткой конкуренции, а также изменение состояния внешней среды.

Поэтому для обеспечения стабильности, финансовой независимости и конкурентоспособности предприятию необходимо проводить активную инновационную политику, формировать, развивать и постоянно наращивать свой инновационный потенциал (ИП).

Под ИП принято понимать не только совокупность различных видов ресурсов (финансовых, материальных, трудовых, сырьевых, интеллектуальных, инфраструктурных и др.), отражающих степень готовности предприятия к осуществлению инновационной деятельности, но и их внутреннее взаимодействие.

Необходимо проводить периодическую оценку, так как от его состояния и уровня развития во многом зависят финансовое благополучие, конкурентоспособность и выбор стратегии дальнейшего устойчивого развития предприятия.

Так как от уровня развития и состояния ИП зависят финансовое благополучие, конкурентоспособность и выбор стратегии дальнейшего устойчивого развития предприятия, то необходимо периодически осуществлять оценку ИП. Проведение такой оценки позволит выявить возможные направления дальнейшего совершенствования ИП организации.

Попробуем провести оценку ИП наукоемкой энергетической компании АО Центральное конструкторское бюро машиностроения («АО ЦКБМ»), которое входит в состав Государственной корпорации (ГК) по атомной энергии «Росатом».

Научно-производственный профиль предприятия составляют проектирование, разработка и создание реакторных систем и нестандартного оборудования для ядерно-энергетического комплекса России, включая атомные реакторы, газовые центрифуги для разделения изотопов и получения особо чистых веществ, насосы для АЭС, манипуляторы и дистанционно управляемое оборудование, а также изготовление опытных образцов оборудования.

На протяжении всего существования ЦКБМ успешно разрабатывало, изготавливало и внедряло оборудование для атомной промышленности, не имеющее аналогов или как минимум не уступающее, а по многим показателям и превосходящее аналогичное зарубежное оборудование, что позволило обеспечить патентную защиту разработок.

Оценка ИП является чрезвычайно сложной и неоднозначной задачей, трудность решения которой связана, прежде всего, с разработкой системы показателей оценки и определения их важности.

Процедуру оценки по предварительно подготовленным вопросам или анкетам с использованием заранее известного количества градаций (баллов) может проводить руководство компании на основе имеющихся знаний о состоянии дел или квалифицированные эксперты, предварительно введенные в курс дела.

Преимуществами экспертной оценки являются сравнительно небольшие затраты времени и труда, дешевизна и высокая эффективность выявления ключевых проблем.

Для определения количественного показателя ИП можно использовать вычисления на основе свертки критериев, а также построение его графического профиля на базе лепестковой диаграммы.

Основным преимуществом графического профиля является его универсальность, наглядность и быстрота построения. В качестве недостатков этого метода можно отметить ограниченное количество показателей, малая их достоверность и отсутствие единой результирующей количественной оценки ИП.

Увеличение числа показателей или построение несколько профилей затрудняет возможность восприятия.

Определим количественный показатель ИП с использованием свертки критериев и простого ранжирования.

Определение основных структурных элементов ИП и их количества осуществляется путем экспертного опроса.

По результатам опроса формируется перечень из N существенных показателей ИП, который затем также путем экспертного опроса ранжируется по важности. Самому важному критерию присваивается ранг N, следующему N -1 и т.д.

Для определения весовых коэффициентов C_i каждой конкретной составляющей ИП, полученные оценки делятся на сумму всех рангов ($1 + 2 + \dots + N$).

Т.о., формула для расчета ИП имеет вид:

$$\text{ИП} = \text{НТ} * C_1 + \text{ПП} * C_2 + \text{ПР} * C_3 + \text{КП} * C_4 + \text{ФП} * C_5 + \text{УП} * C_6 + \text{ИНП} * C_7, \quad (1)$$

где НТ – научно-технический,

ПП – производственный,

ПР – продуктовый,

КП – кадровый,

ФП – финансовый,

УП – управленческий,

ИНП – информационный потенциал.

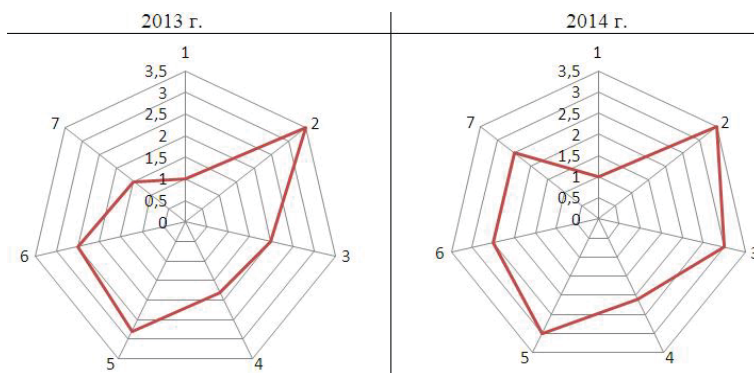
Отдельные значения отобранных составляющих ИП также определяются путем экспертного опроса. В нашем случае значения этих составляющих и коэффициентов C_i составили:

	НТ	ПП	ПР	КП	ФП	УП	ИНП
2014	1	3,5	3	2,1	3	2,5	2,5
2013	1	3,5	2	1,8	2,8	2,5	1,5
C_i	0,25	0,21	0,18	0,14	0,11	0,07	0,04

Подставив все значения в приведенную выше формулу, получим:

ИП(2014) = 2,43, а ИП(2013) = 2,15.

То есть величина ИП АО «ЦКБМ» в 2014 году по сравнению с предыдущим периодом увеличилась на 12 %.



Цифрами в вершинах многоугольника обозначены следующие составляющие ИП: 1 – научно-техническая; 2 – производственная; 3 – продуктовая; 4 – кадровая; 5 – финансовая; 6 – управленческая; 7 – информационная.

Особое место в составе инновационного потенциала отводится его кадровой составляющей – инновационному потенциалу персонала (ИПП), определяющему способность персонала к позитивно-критическому восприятию новой информации, к приращению общих и профессиональных знаний, выдвижению новых конкурентоспособных идей, нахождению решений нестандартных задач, новым методам решения традиционных задач, использованию знаний для предвидения, а также практической материализации новшеств.

За счет увеличения кадровой составляющей можно увеличить общий уровень ИП.

Уровень ИПП организации определяют следующие основные параметры:

- кадровые, определяющие количество, квалификацию и профессиональную компетентность научно-технических специалистов, их творческие способности, нестандартность мышления, опыт, эрудицию, знание прогрессивных технологий, стремление к повышению уровня знаний, готовность к разработке и внедрению нового, восприимчивость к нововведениям, предприимчивость;

- организационно-управленческие, характеризующие степень соответствия организационной структуры предприятия решаемым им научно-техническим задачам; систему мотивации и стимулирования персонала.

Для более детального анализа ИП каждого сотрудника на основе его трудовых и личностных показателей можно разработать специальный инновационный паспорт, в который необходимо включить физиологические (пол, возраст), профессионально-деловые показатели: уровень образования, специальность, степень квалификации, стаж и опыт работы, а также личностные каче-

ства работника, способные оказать существенное влияние на выполнение трудовых функций. Набор этих показателей для отдельных категорий работников может быть различным, как по содержанию, так и по количественному составу.

В качестве примера рассмотрим набор личностных качеств конкретного сотрудника и их балльную оценку, выполненную, например, кадровой службой.

При создании инновационного паспорта отдельного сотрудника можно использовать, например, следующие 12 показателей: 1) инициативность; 2) целеустремленность; 3) организаторские способности; 4) лидерство; 5) работоспособность; 6) нестандартное мышление; 7) оптимизм; 8) креативность; 9) сотрудничество; 10) восприятие новизны; 11) саморазвитие; 12) стрессоустойчивость [1].

№ показателя	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Оценка, балл	2	3	2	3	2	1	3	2	1	2	2	3

По результатам оценки можно построить профиль ИП работника, наглядно иллюстрирующий его инновационный уровень.



Паспорт инновационного потенциала может быть также разработан для каждого подразделения организации.

На основе анализа полученных данных можно наметить конкретные меры по развитию ИП персонала. Подобную оценку нужно проводить регулярно.

Таким образом, анализ и оценка ИП предприятия позволяют выявить потенциальные возможности для его совершенствования и развития, а также планирования и реализации инновационных стратегий, обеспечивающих его конкурентоспособность и устойчивое развитие.

ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://www.bestreferat.ru/referat-132459.html>.

ПОВЫШЕНИЕ ЦЕННОСТИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПРОЕКТА МЕТОДАМИ
СТОИМОСТНОГО ИНЖИНИРИНГАINCREASING OF OIL AND GAS PROJECTS' VALUE BY COST
ENGINEERING

Аннотация. В данной работе рассматривается вопрос управления стоимостью проектов в нефтегазовых компаниях. Помимо факторов, обусловленных спецификой нефтегазового сектора, на сегодняшний день существует ряд тенденций, оказывающих дополнительное влияние на затраты и ценность проектов нефтегазовых компаний. Ввиду этого все больше компаний нефтегазового сектора осознают актуальность внедрения и дальнейшего развития процесса управления стоимостью в рамках концепции проектного подхода для повышения эффективности разработки и реализации своих проектов. В данном исследовании определено понятие данного процесса, его задачи и особенности с учетом специфики нефтегазовых проектов. Были применены инструменты стоимостного инжиниринга, основанные на принципе совокупной стоимости владения, и сформулирована задача линейного программирования, для повышения эффективности рассматриваемого проекта.

Ключевые слова: нефть, проект, управление стоимостью, стоимостной инжиниринг, инвестиционная эффективность.

Abstract. This article is devoted to the value management of vertically integrated oil and gas companies' projects. Besides the specific factors nowadays there is the wide range of tendencies that cause the additional influence of costs and value of oil and gas projects. Since that more companies draw a conclusion of value management development necessary. There are the definition of this process, its objectives and features that are connected with specificity of oil and gas projects in this article. The tools of value management, which are based on total cost of ownership and linear programming were used for increasing the investment efficiency of this project.

Keywords: oil, project, value management, cost engineering, investment efficiency.

Цель исследования: на основе концепции управления стоимостью проекта обосновать и применить инструменты стоимостного управления для повышения эффективности проекта освоения Куюмбинского нефтегазового месторождения.

Задачи исследования:

- на основе концепции проектного подхода выявить специфику управления проектами МСК;
- изучить методические аспекты процесса управления стоимостью проекта;

- провести анализ методологии управления стоимостью проекта в компании ОАО «Газпром нефть»;
- исследовать условия реализации проекта освоения Куюмбинского нефтегазового месторождения;
- обосновать инструменты для повышения эффективности проекта и проанализировать целесообразность их применения.

На основе полученных результатов были сформулированы следующие выводы и рекомендации:

1. Процесс управления стоимостью необходим для эффективной разработки и реализации проекта.

2. Определение процесса управления стоимостью проекта как минимизация затрат и максимизация ценности проекта позволяет фокусировать принятие управленческих решений на получении положительного экономического эффекта, создании добавленной стоимости для акционеров, получении дополнительных опционных возможностей и т.д.

3. Особенности нефтегазовых проектов: необходимость учета динамичного характера влияния и изменения природных факторов, масштаб проектов освоения месторождений, высокая степень неопределенности информации, длительность жизненного цикла проекта, взаимодействие со значительным числом подрядных организаций – существенно влияют на процесс управления стоимостью проектов.

4. Апробация модели совокупной стоимости владения и задачи линейного программирования для выбора подрядной организации показала эффективность применения инструментов стоимостного инжиниринга и позволяет сделать вывод о целесообразности их дальнейшего использования.

УДК: 339.97

К.К. Молчанов

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ

PERSPECTIV DIRECTIONS FOR INTERNATIONAL COOPERATION IN THE OIL INDUSTRY

Аннотация. В условиях жесткой конкурентной борьбы в нефтяном секторе за ресурсы и рынки сбыта, актуальным является вопрос повышения эффективности деятельности нефтяной отрасли России в целом и компаний в частности. В данной статье автором поднимается вопрос о создании механизмов всестороннего международного сотрудничества российских нефтяных компаний (в сфере добычи, переработки, сбыта, развития инноваций), которое позволит в достаточно короткие сроки решать их проблемы и повысить конкурентоспособность. Благодаря кооперации с зарубежными компаниями, усилению экспансии, участию на всех этапах производства российские компании смогут: ди-

версифицировать свою деятельность, снизить риски, набраться опыта и компетенция, присутствовать во всей цепочке создания стоимости, развивать технологии, повысить имидж компаний, открыть новые рынки сбыта.

Ключевые слова: нефтяные компании, международное сотрудничество, кооперация.

Abstract. In the conditions of competition in oil sector for resources and sales markets, the question of increasing of efficiency of all oil branch of Russia and the particular companies is actual. In this article the author brings up a question of creation of methodology of full international cooperation of the Russian oil companies (in the sphere of production, processing, sale, development of innovations) that will help to solve their problems in rather short terms and to increase competitiveness. Due to cooperation with foreign companies, the expansion strengthening, participation in all chain of value creation the Russian companies will be able: to diversify the activity, to reduce risks, to gain experience and competence, to make the integration of all steps of production, to develop technologies, to improve the image of the companies, to have new sales markets.

Keywords: oil companies, international relationship, cooperation.

Актуальность темы обусловлена изменением географии добычи и потребления нефти, увеличения себестоимости извлечения углеводородов, ужесточения конкуренции за рынки сбыта, санкций против нашей страны.

Целью работы является разработка и усовершенствование механизмов международного сотрудничества нефтяных компаний России.

Задачи исследования:

- Изучить передовой опыт международного сотрудничества;
- Определить наиболее перспективные направления зарубежного развития;
- Разработать механизмы сотрудничества российских нефтяных компаний зарубежными компаниями;
- Выявить инструменты по снижению рисков деятельности.

Результаты исследования:

- Разработана методология выбора наиболее эффективных проектов по освоению ресурсов за пределами России
- Выявлены перспективные направления нефтепереработки
- Определены механизмы, позволяющие усилить роль отечественных компаний в нефтетрейдинге
- Сформулированы действия, направленные на диверсификацию деятельности и расширение рынков сбыта
- Разработаны рекомендации по освоению трансграничных месторождений
- Найдены способы повышения инновационного потенциала компании благодаря международному сотрудничеству

ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫЕ ЗАПАСЫ НЕФТИ: АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ
РЕСУРСНОЙ БАЗЫ И ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯHARD-TO-RECOVER RESERVES OF OIL: ANALYSIS OF THE RESOURCE
BASE AND THE PROBLEMS OF DEVELOPMENT

Аннотация. Проанализировано значение нефтяной промышленности в экономике страны, охарактеризованы трудноизвлекаемые запасы нефти, обозначены ключевые проблемы отработки трудноизвлекаемых запасов.

Ключевые слова: нефтяная промышленность, трудноизвлекаемые запасы, завершающая стадия отработки.

Abstract. The importance of the oil industry in the national economy was analyzed. Hard-to-recover reserves of oil were characterized. The key problems of hard-to-recover reserves' development were revealed.

Keywords: oil industry, hard-to-recover reserves, the final stage of mining.

Нефтяная промышленность ключевой отраслью российского топливно-энергетического комплекса и экономики страны в целом. В настоящее время нефтегазовый комплекс обеспечивает почти 80% производства первичных энергоресурсов. На долю нефтяной и газовой отрасли приходится более 40% налоговых поступлений в Федеральный бюджет и более 20% – в консолидированный бюджет [2].

Россия занимает 8 место по запасам нефти (объем разведанных запасов 80 млрд баррелей). Выделяют несколько нефтегазоносных провинций (НГП): Западно-Сибирская, Волго-Уральская и Тимано-Печерская. Разрабатываемые месторождения характеризуются различными физическими свойствами, геологическими условиями, которые оказывают существенное влияние применяемые технологии разработки и нефтеотдачу скважин.

В настоящее время большое количество нефтяных месторождений, эксплуатируемых нефтедобывающими предприятиями, находятся на завершающей стадии разработки, характеризующейся высокой обводненностью добываемой продукции и низким дебитом скважин (Харампурское, Фестивальное и др.). Это обуславливает необходимость вовлечения в отработку трудноизвлекаемых запасов нефти (ТИЗ).

Более половины российских разведанных месторождений нефти содержат запасы трудноизвлекаемой нефти либо по качеству сырья – тяжелая (плотность более $0,92 \text{ г/см}^3$), высоковязкая (более 30 МПа•с в норм. усл.), либо по условиям залегания – проницаемость коллекторов менее $0,05 \text{ мкм}^2$ [3]. Месторождения ТИЗ нефти распространены в основном на европейской территории России: Волго-Уральский, Днепровско-Припятский, Прикаспийский и Тимано-Печорский бассейны. Исключение составляет Енисейско-Анабарский бассейн с

высоковязкими нефтями, который находится в Восточной Сибири. Наиболее изученные месторождения, содержащие трудноизвлекаемые запасы нефти – Усинское и Ярегское (республика Коми), Гремихинское, Мишкинское, Лиственское (Удмуртия), Южно-Карское, Зыбза-Глубокий Яр, Северо-Крымское (Краснодарский край).

Месторождения ТИЗ характеризуются низкими и неустойчивыми дебитами скважин. Для извлечения сверхвязкой нефти разработан широкий спектр тепловых методов: пароциклическая обработка скважин, закачка парагаза, внутрискважинное горение. В настоящее время перешли к закачке пара и добыче нефти через горизонтальные скважины, опробована технология закачки пара с растворителями [1].

Основной проблемой освоения трудноизвлекаемых запасов нефти сопровождается привлечением дополнительных финансовых, материальных, энергетических и других затрат, а также необходимостью использования инновационных технологий, специального оборудования и реагентов и пр.

Таким образом, в условиях ухудшения ресурсной базы необходимо стимулирования вовлечения в отработку трудноизвлекаемых запасов, в первую очередь за счет проведения активной государственной политики, а также разработки и внедрению технологических инноваций направленных на повышение продуктивности скважин и коэффициента извлечения нефти.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Билалова, Г.А. Применение новых технологий в добыче нефти [Текст] : учебное пособие / Г. А. Билалова , Г. М. Билалова. - Волгоград : Ин-Фолио, 2009. - 272 с.
2. Российская нефть в цифрах [Электронный ресурс] – Режим доступа – www.mirnefti.ru/index.php?id=29
3. Якуцени, В.П. Динамика доли относительного содержания трудноизвлекаемых запасов нефти в общем балансе / В.П. Якуцени, Ю.Э. Петрова, А.А. Суханов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2007. - Т.2. [Электронный ресурс] – Режим доступа – <http://www.ngtp.ru/rub/9/023.pdf>

УДК: 338.28

П.Г. Найер, Т.М. Бугаева

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ЖИЛЫМ ЗДАНИЕМ

A MODEL FOR GENERATING APARTMENT HOUSE ELECTRICITY LOAD PROFILES

Аннотация. Предложен подход к моделированию неравномерности потребления электрической энергии в квартире, на основании которого можно получить суточный график нагрузки многоквартирного дома.

Ключевые слова: прогнозирование "снизу-вверх"; имитационное моделирование; потребление электроэнергии; агентное моделирование.

Abstract. Electricity consumption data profiles that include details on the consumption can be generated with a bottom-up load models. In this work a simplified bottom-up model for generating apartment house electricity load profiles is presented.

Keywords: bottom-up load model; simulation; electricity consumption; agent-based modeling.

Введение. При планировании развития электрических сетей и структуры мощностей энергосистемы необходимо знать график нагрузки потребителей данной энергосистемы. Особенно возрастает актуальность точных данных о нагрузках отдельных потребителей при планировании развития распределенной генерации, при планировании мероприятий по управлению спросом (demand side management).

Как показывает статистика режимов электропотребления жилых зданий, процессы, происходящие в системах электроснабжения жилых зданий, существенным образом сказываются на работе городских подстанций и распределительных сетей городского электрохозяйства [1].

Данные, которыми владеют электроснабжающие компании, это, как правило, агрегированные данные о потреблении электрической энергии по точкам поставки на розничном рынке, которые не дают детальной информации о конечной структуре и использовании электрической энергии. Однако такая информация может быть получена с помощью моделирования.

В статье [2] приведен обзор методов прогнозирования потребления энергии, дана характеристика различных подходов. Автором статьи подчеркнуто, что для использования "восходящих" подходов (прогнозирования "снизу-вверх") в секторе "домашних хозяйств" необходим огромный массив исходных данных о потребителях, количестве и режиме использования ими электроприборов. Обычно часть таких данных труднодоступна. Поэтому одним из направлений развития "восходящих" подходов к прогнозированию становится имитационное моделирование.

Целью предлагаемой работы было создание модели потребления электрической энергии типовой квартиры в многоквартирном доме.

Предлагаемое решение. Опишем процесс моделирования. За основу была взята 2-х комнатная квартира (т.к. большая часть всех квартир в Санкт-Петербурге двухкомнатные), площадью 65 кв.м.

С помощью стандартных средств рисования в программе Anylogic мы создали планировку 2-х комнатной квартиры. Из работы [3] была заимствована представленная ниже таблица с вероятностью присутствия соответствующего прибора в квартире.

Таблица 1.

Присутствие приборов в квартире

Тип прибора	Вероятность присутствия приборов в квартире (%)
Электрическая плита	44
Электрическая духовка	65
Микроволновая печь	83
Телевизор	93
Холодильник	55
Морозильник	57
Видеомагнитофон	74
Посудомоечная машина	22
Стиральная машина	85
Сушильная машина	23
Чайник	95
Утюг	99
Пылесос	99
Компьютер	75

Выбираем приборы, которые мы разместим в квартире. Были созданны их графические изображения (рис. 1).



Рисунок 1. Графическое изображение приборов

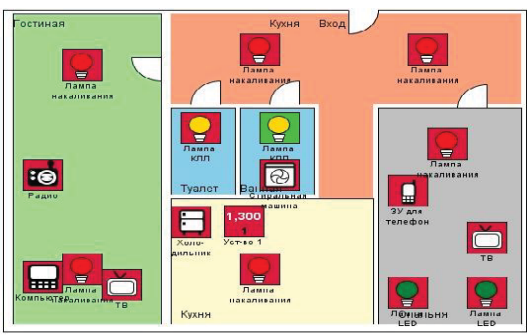


Рисунок 2. Распределение приборов по квартире

Для расчета общего количества энергии создадим функцию **totalPower**. С помощью переменной **nu** задается количество приборов каждого типа. С помощью переменной **rating** задаем энергопотребление каждого прибора. Количество приборов можно менять как перед прогоном, так и во время него с помощью режима добавления/удаления. В таблице 2 представлены характеристики приборов. Для упрощения были созданы только два режима для каждого прибора (включен, отключен).

Таблица 2.

Мощность электроприборов

Название	Потребление
Лампа LED	20 Вт
Лампа КЛЛ	30 Вт
Лампа накаливания	100 Вт
Радио	30 Вт
ТВ	150 Вт
Компьютер	100 Вт
Холодильник	200 Вт
Стиральная машинка	500 Вт
ЗУ для телефона	5 Вт
Уст-во 1 (микроволновая печь)	1300 Вт
Уст-во 2	Не используются
Уст-во 3	

Предполагается, что созданная модель будет работать в двух режимах:

- ручной режим позволяет включать и отключать приборы вручную.
- автоматический режим - приборы включаются самостоятельно используя расписание работы данных приборов (рис. 3).

После прогона модели на выходе мы получили следующий график (рис.4).

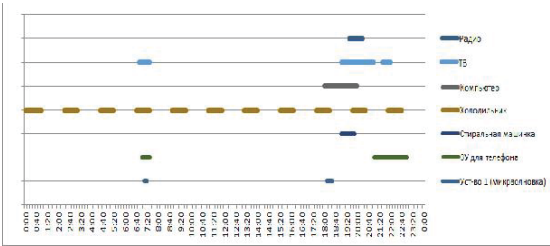


Рисунок 3. Режим работы приборов в течение суток



Рисунок 4. График потребления электроэнергии

Общая потребленная мощность за день составила 6 кВт. Максимальная нагрузка 2 кВт. Средняя нагрузка 0,25 кВтч.

Данную модель можно и нужно дополнять и усовершенствовать. На следующем этапе предлагаем добавить в модель агентов - людей с заданными ролями (взрослый работающий, взрослый неработающий, малыш или школьник). Для каждого агента зададим распорядок дня. Пример расписания для работающего взрослого показан на рис.5. Исходя из распорядка дня агентов будет составляться расписание использования различных приборов.

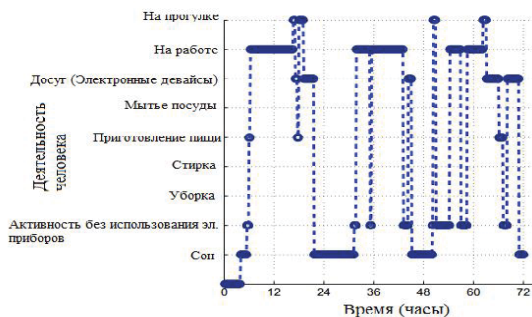


Рисунок 5. Расписание взрослого работающего члена семьи в течении 3 дней

Отражение в модели поведения потребителей позволит повысить точность модели.

Закключение. Предложенная модель позволяет моделировать неравномерность потребления энергии в квартире. Ее легко можно использовать для моделирования потребления энергии жилого здания или микрорайона. Расчеты полученные с помощью таких моделей позволят обосновать мероприятия по управлению спросом, а также будут полезны при планировании развития энергетических систем.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Михайлов В.И, Тарнижевский М. В., Тимченко В. Ф. Режимы коммунально-бытового электропотребления. - М.: Энергоатомиздат, 1993. -288 с.
2. Suganthi L., Samuel A. A. Energy models for demand forecasting—A review //Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2012. – Т. 16. – №. 2. – С. 1223-1240
3. Барсукова С. Ю. Сущность и функции домашней экономики: способы измерения домашнего труда. // Социологические исследования. - 2003. - №12.- С. 21-31.

УДК: 65.011

О.В. Новикова, Л.В. Толстова

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ И ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

NEW APPROACHES TO TRAINING FOR ENERGY CONSERVATION AND EFFICIENCY

Аннотация. В статье представлены возможные пути по созданию механизма взаимодействия студентов СПБПУ и хозяйствующих структур самого университета, с целью решения насущных проблем энергетического хозяйства организации, проведения прикладных студенческих исследований, реализации научного потенциала преподавателей и студентов.

Ключевые слова: студенческие исследования, энергетический менеджмент, энергетическая политика, стандарт ИСО 50001, энергетическая эффективность, форма отчетности, база данных.

Abstract. The article presents possible ways to establish a mechanism of interaction between students and economic structures of the university in order to address the pressing problems of energy sector, to conduct student's applied research, to realize the scientific potential of the professors and students.

Keywords: student's researches, energy management, energy policy, standard ISO 50001, energy efficiency, reporting form, database.

Бурное развитие инновационных технологий в промышленности за последние десятилетия поставило задачу обеспечения этих процессов достаточными и квалифицированными ресурсами. Существовавшая ранее система образования не позволяла осуществить эту задачу, следовательно, необходим переход системы высшего образования на качественно новый уровень, который повлечёт за собой целую череду проблем, связанных с профессиональной подготовкой специалистов:

— обеспечение качественной подготовки специалистов с учетом актуализации программ обучения;

- повышение ответственности студентов путем привлечения их к решению реальных задач;
- развитие творческого потенциала, креативности;
- внедрение инновационных форм и методов обучения в процесс образования;
- переориентация преподавательского состава на новые технологии.

Следует отметить, что основная проблема высшего образования состоит в том, что студенты получают обширные знания по разным дисциплинам, но не имеют возможности применить их на практике, тем самым создается размытая картина использования этих знаний в будущей профессиональной деятельности. Полученная информация должна превратиться в средство труда для студента, прокладывая дорогу в будущее, а не остаться лишь набором предложений, которые в скором времени забудутся. Таким образом, возникает проблема не овладение информацией, а ее последующей обработки и применение на практике. Очень важно, чтобы во время донесения информации до студентов, преподаватель как можно больше приводил примеров её использования в реальной жизни.

Согласно концепции А.А. Вербицкого деятельность студентов можно подразделить на три типа:

- академический тип;
- квазипрофессиональный тип;
- учебно-профессиональный тип.

К первому типу деятельности относится собственно сам процесс обучения: посещение лекций, выполнение лабораторных работ, активная работа на семинарах, выполнение домашних работ. Важнейшим фактором здесь выступает форма донесения информации и её усвоение.

Квазипрофессиональный тип проявляется во время проведения деловых игр, круглых столов, аудиторных занятий. Здесь важным фактором является создание атмосферы реального труда специалиста, с присущим психологическим содержанием.

Учебно-профессиональный тип проявляется в выполнении студентом научно-исследовательских, дипломных работ, прохождении производственной практики. Студент уже начинает практически понимать сферу своей дальнейшей профессиональной деятельности.

Модернизация образования – способ повышения профессиональной компетентности будущих специалистов. Оно предусматривает овладение студентами навыков генерирования новых идей, общения с представителями различных социальных слоёв, повышения культурного уровня, умения выходить из конфликтных ситуаций и приспособления к новым условиям. Главная цель – это привлечь студента в познавательную деятельность. Она может быть достигнута в процессе производственного обучения и производственной практики.

Производственная практика- это лишнее доказательство того, что студентом был сделан верный выбор сферы своей профессиональной деятельности. Здесь он может попробовать свои силы, применить полученные теоретические знания, принять участие в решении реальных проблем, а также получить необходимые навыки профессионального общения. Студенты не всегда представляют, чем же им придётся заниматься на рабочем месте, и именно производственная практика дает ответы на этот и многие другие вопросы, помогает познакомиться с организацией не только снаружи, но и внутри. К числу важнейших факторов, которые выполняет производственная практика, можно отнести:

- обучение (формирование умений и навыков);
- развитие (мышления, коммуникативных способностей);
- воспитание (формирование любви к профессии);
- диагностика (проверка степени профессиональной подготовленности).

Все силы университета, направленные на создание взаимодействия между студентом и предприятием, не обеспечивают достаточно полного и эффективного применения знаний на практике, в связи с ее ограниченностью во времени.

Многие студенты по окончании университета сталкиваются с проблемой поиска места работы, т.к. работодатели, в основном, заинтересованы в лицах с опытом работы. Найм молодежи наиболее привлекателен для тех организаций, который хотят сократить свои расходы на потребление рабочей силы или убрать проблему текучести кадров, т.к. новички менее требовательны, чем уже состоявшиеся работники. Так же не редки случаи, когда работодатели используют выпускников, согласно потребностям организации, а не в соответствии с их образованием. Недостаточность профессионального опыта- главный камень преткновения для многих студентов в начале их профессиональной деятельности.

Так как же можно получить этот профессиональный опыт, перешагнуть за рамки образовательной программы и применить свои теоретические знания на практике?

Создание механизма взаимодействия студентов и управленческой структурой университета – это не только решение проблем студента, но также и оказание большой помощи университету. СПбПУ -это не просто место, где мы учимся, но, также, богатый источник для поиска задач и проведения исследований. Сколько денег ежегодно университет тратит сторонним организациям за выполнение тех или иных задач, которые в компетенции многих специалистов внутри университета. Сколько бесценного опыта может быть получено студентами в процессе решения этих задач. Именно этот симбиоз, студентов, преподавателей и университета, поможет закрыть пробелы в отсутствии практического опыта.

Сейчас по данному механизму в нашем университете проходят студенческие исследования, направленные на совершенствование системы энергетического менеджмента.

Система энергетического менеджмента – это совокупность управленческих подходов и методов, направленных на повышение энергетической эффективности, т.е. это механизм, с помощью которого мы сможем систематизировать энергопотребление нашего университета, повысить рациональность использования энергетических ресурсов и воды, определить слабые места системы и разработать пути по их устранению.

Внедрение системы энергетического менеджмента включает в себя выполнение ряда этапов, например: назначение ответственных лиц, определение их полномочий; обучение всех членов группы основам системы энергетического менеджмента. (Сотрудники должны овладеть знаниями и умениями, которые указаны в стандарте ISO 5001, регламентирующий данную систему); разработка энергетической политики. (Определение энергетических целей и задач)

Для того, чтобы понять, какие конкретно мероприятия должны быть проведены в нашем университете, необходимо систематизировать требования стандарта ISO 50001, применительно к системе энергетического менеджмента государственного образовательного учреждения.

В рамках проведения в нашем университете Недели Науки, авторами был разработан опросник, благодаря которому можно определить, что необходимо сделать для того, чтобы университет соответствовал требованиям стандарта. Ответив положительно на все вопросы, которые представлены в опроснике, университет может претендовать на сертификацию по ISO 50001.

Таблица 1.

Пример формы опросника на соответствие системы менеджмента стандарту ИСО 50001

Вопросы	Ответ	Подтверждение
Раздел 4 Требования к системе энергетического менеджмента		
4.1 Общие требования Определены ли процессы в организации? Описано ли взаимодействие процессов в организации? Определены ли методы оценки результативности процессов?		
4.2 Ответственность руководства		
4.2.1 Высшее руководство Определена ли роль высшего руководства в разработке, внедрении и поддержании энергетической политики системы энергетического менеджмента (далее СЭМ)? Разработаны ли и выполняются ли процедуры, направленные на: а) назначение представителя руководства по энергетическому менеджменту;		

Вопросы	Ответ	Подтверждение
б) формирование целей и задач в области энергетики; в) обеспечение анализа со стороны руководства результативности СЭМ.		
4.3 Энергетическая политика		
Разработана ли энергетическая политика, обеспечивающая соответствие масштабу использования энергии организацией, включающая в себя обязательства, направленные на постоянное улучшение энергетических результатов, доведение до сведения персонала во всех уровнях организации?		

Следующий этап – это формирование формы отчетности по энергоэффективности и энергопотреблению в учебном заведении. Данную отчетность университет должен предоставлять ежеквартально по всем своим филиалам.

Министерством образования РФ разработана методика, по которой в рамках исследования был расписан алгоритм, позволяющий найти все необходимые показатели для отчета по энергоэффективности университета. Например, при изменении погодных условий, на потребление теплоты влияет продолжительность отопительного периода как базового, так и текущего года, средняя температура за отопительный период, средневзвешенная температура внутреннего воздуха. В качестве базового года, согласно методики Министерства образования, был принят 2009 год. Если у нас изменяется назначение помещения, то дополнительно учитывается общая площадь всех помещений, площадь тех помещений, которые поменяли своё назначение, причем необходимо так же указать, использовалось ли оно в течении всего года, или выбыло из использования раньше, то есть рассчитать поправочный коэффициент.

Таблица 2.

Пример алгоритма расчета необходимых показателей для форм отчетности

№	Наименование показателя	Ед. изм.	Значение показателя в периоде, в котором определялся базовый объем потребления	Наименование показателя	Ед. изм.	Значение показателя в отчетном периоде	Формулы для расчета
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Тепловая энергия							
Изменение погодных условий							
1	K1			1,093973214			$K1 = D_{\text{тепл.потреб}} * K_{\text{пог.тепл}} + (1 - D1_{\text{потреб}})$
2	Dтепл.потреб.		1	-	-	-	-
3	-	-	-	Kпог.тепл.	-	1,0939732	$K_{\text{пог.тепл}} = k_{\text{отопит.период}} * k_{\text{наруж.тем}} - \text{емп}$
4	-	-	-	kотопит.период	-	1,0357143	$k_{\text{отопит.период}} = n_{\text{баз}} / n_{\text{факт}}$
5	-	-	-	kнаруж.тем.	-	1,05625	$k_{\text{наруж.тем}} = (t_{\text{вн}} - t_{\text{баз.нар}}) / (t_{\text{вн}} - t_{\text{факт}})$
6	nбаз.	дн.	232	nфакт.	дн.	224	-
7	tбаз.нар.	град.	1,1	tфакт.	град.	2	-
8	tвн	град.	18	tвн	град.	18	-

В данном проекте принимают участие студенты разных кафедр и институтов. Например, другая участница общего студенческого проекта, студентка кафедры: «Информационные технологии в экономике», на основе расписанного мною алгоритма, составляет базу данных для сбора информации с разных филиалов нашего университета.

Преимущества создания базы данных:

- Упрощение подготовки ежеквартальной отчетности университета;
- Повышение оперативности и эффективности сбора данных;
- Компьютеризация расчетов необходимых показателей;
- Экономия сил и времени работников, и исключение человеческого фактора при наборе данных.

Совместная работа студентов по исследованию конкретных задач и поиск путей их решения - это будущее, в котором должны быть заинтересованы все учебные заведения нашей страны. Эти исследования не только помогут студенту углубить его знания, научиться определять проблемы и источник их возникновения, но также окажут значительную помощь для самого университета.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Приказ Минобразования РФ от 25 марта 2003 г. N 1154 "Об утверждении Положения о порядке проведения практики студентов образовательных учреждений высшего профессионального образования".

2. Постановление Правительства РФ от 04.10.2000 N 751 "О национальной доктрине образования в Российской Федерации" (04 октября 2000 г.).

3. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

4. Приказ № 309 «Об организации работы в Министерстве образования и науки Российской Федерации по реализации закона от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 18 апреля 2012 года, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации.

5. ГОСТ ISO 50001-2012. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению.

6. Вербицкий А.А. О контекстном обучении //Вестник высшей школы, 1985, № 8, с. 27-30.

УДК: 628.47

И.В. Скворцова, К.В. Шевелев

ВНЕДРЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА В СХЕМУ ОБРАЩЕНИЯ С ТКО В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ (НА ОСНОВЕ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА С ИЗМЕНЕНИЯМИ В 89-ФЗ И ВВЕДЕНИЕМ 458-ФЗ ОТ 29.12.2014)

IMPLEMENTATION OF A REGIONAL OPERATOR IN THE SCHEME OF WASTE MANAGEMENT IN ST. PETERSBURG (ON THE BASIS OF EXISTING LEGISLATION TO CHANGES IN THE 89-FEDERAL LAW AND THE INTRODUCTION OF 458- FEDERAL LAW OF 29.12.2014)

Аннотация. В данной статье рассмотрена нынешняя схема обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) в Санкт-Петербурге, выявлены проблемы и недостатки этой системы в регионе. Предложен вариант решения проблем внедрением регионального оператора в схему обращения с ТКО в городе Санкт-Петербург. Проведен SWOT-анализ деятельности регионального оператора. Даны рекомендации по реализации государственной политики в сфере обращения с ТКО.

Ключевые слова: ТКО (твердые коммунальные отходы), региональный оператор, схема обращения с отходами, SWOT-анализ, РОП (рациональная ответственность производителя).

Abstract. This article is devoted to the current scheme of waste management in St. Petersburg, problems and weaknesses of this system in the region were identified. A variant of solving these problems by introduction of a regional operator in the scheme of waste management in St. Petersburg was suggested. SWOT-analysis of the

regional operator activities was done. Recommendations on the implementation of state policy in the sphere of waste management were given.

Keywords: municipal solid waste, regional operator, scheme of waste management, SWOT- analysis, rational producer responsibility.

На данный момент город, как и область остро нуждается в развитии инфраструктуры обращения с ТКО.

За долгое время в Советском союзе и в России установилась определенная практика обращения с отходами, как у населения и организаций, так и у крупных предприятий, которые непосредственно занимаются обращением с ТКО. Распределение обязанностей между участниками цикла обращения с отходами выглядит следующим образом: непосредственное право собственности на отходы принадлежит населению и организациям, которые как в целом по стране, так и в Санкт-Петербурге утилизируют мусор, не разделяя его на фракции. Организацией сбора и вывоза мусора занимается муниципалитет, он передает это право уполномоченным договором специализированной организации. Из этого получается, что право собственности на отходы и обязанность организовать обращение с ними фактически разделены. Это несет за собой ряд негативных последствий, таких как:

- Неэффективная бюджетная и тарифная политика, а также стремление муниципалитета контролировать всю отрасль в целом (монополизация отрасли).

- Ограниченный доступ на рынок компаний, обладающих всеми техническими и финансовыми возможностями для решения проблемы обращения с ТКО.

- Компании-перевозчики стремятся экономить и сразу же отгружают несортированные отходы на полигон, где стоимость их утилизации в сравнении с мусороперерабатывающим заводом в 3 раза ниже. Это приводит к недогрузке мощностей МПЗ, что в свою очередь вызывает вопросы у инвесторов в данную отрасль, так как загрузка мощностей - главный аргумент в сторону инвестирования, и к экологически нестабильной ситуации (постоянный рост отходов).

Вся ситуация с неэффективной и неэкологичной работой системы обращения с ТКО перекликается с нехваткой площадей по утилизации и захоронению, это наглядно показано в таблице 1 и на рис.1. На рисунке 1 видно, что 8 из 14 действующих полигонов заполнены более чем на 70%, и из этих 8 полигонов 3 полностью исчерпали свой ресурс, то есть, заполнены на 100% и еще два близки к этой отметке. Все это сопровождается бурным ростом населения города и области. За последние 10 лет население Санкт-Петербурга увеличилось на 11,4 %, а население Ленинградской области увеличилось за аналогичный период времени на 16%. Рост населения сопровождается ростом отходов. Совсем скоро город и область окажутся в ситуации, когда не останется мощностей по утилизации, и придется создавать новые площади по захоронению отходов, или

продолжать использовать ресурс перегруженных мощностей старых объектов, что непосредственно скажется на экологической ситуации.

Таблица 1.

Данные по заполнению полигонов ТКО на ЛО

№	Полигон	Официальные тарифы без НДС		Площадь, ГА	Проектная мощность, м ³	Заполнение, %
		Руб./м ³	Руб./т			
1	Полигон ТБО Кингисепп	119	703		400 000	40
2	Полигон ТБО Приозерск	120	703		679 000	45
3	Полигон ТБО Сланцы	164	962	12	882 000	25
4	Бокситогорский МР, Пикалево	57	334	6	887 500	70
	г. Бокситогорск	57	334	2	420 000	30
5	В 5 км от г. Волосово	132	778		708 000	100
6	дер. Лепсари	200	1177	10	600 000	90
7	Пос. Вырица	77	455	7	485 000	100
8	Кириши	92	542	7	3 888 889	60
9	В 5 км. от п. Мшинская	79	463	9	1 300 000	100
10	В 1 км. от д. Куньеголово	79	463	9	1 580 000	87
11	В 2,5 км от пос. Краसाва	58	341		623 100	65
12	В 2,5 км от пос. Новоселки	85	498	85		95
13	Д. Самарка	133	782	61	1 500 000	60
14	Пос. Новый Свет	61	357	43	3 531 502	70

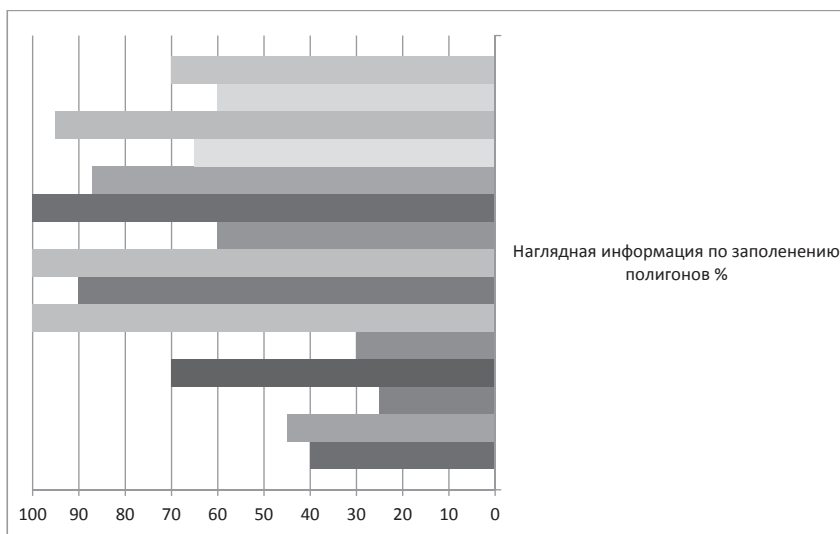


Рисунок.1 Диаграмма по табл. 1, заполнение полигонов ТКО по ЛО в процентах

Когда такие процессы проходят долгое время и доведены практически до автоматизма, очень трудно менять систему. Но как показывает европейский опыт, это все-таки возможно, благодаря переходу от процессуального к программно-целевому подходу, который заключается в построении иерархии целевых показателей и выработке подходов к их достижению с учетом местной специфики. И для начала построения такой системы необходимо достичь базовых экологических и социальных стандартов, которые охватывают полный спектр услуг по сбору и вывозу ТКО у населения, а также гарантируют ответственное, с соблюдением всех правил и норм захоронение на полигонах.

К 1 ноября 2011 года по поручению президента РФ всем субъектам было поручено представить региональные целевые программы по обращению с ТКО.

В Санкт-Петербурге региональную программу представляет документ: Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 29 мая 2012г. N 524 "О Программе "Региональная целевая программа по обращению с твердыми бытовыми отходами в Санкт-Петербурге на период 2012-2020 годов".

Приоритетной задачей документа является:

- повышение эффективности целевого использования платежей населения и создание механизмов государственного регулирования (администрирования) обращения с отходами производства и потребления в условиях рыночной экономики путем внедрения в схему управления Организации-регулятора (региональным оператором); автоматизация мониторинга сферы обращения с отходами производства и потребления, также Федеральным законом от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 29.12.2014) "Об отходах производства и потребления" регламентируется утверждение территориальных схем в области обращения с отходами

(в том числе ТКО), а также наделение юридических лиц статусом регионального оператора по обращению с твердыми коммунальными отходами.

Именно о внедрение регионального оператора по обращению с ТКО в Санкт-Петербурге и пойдет речь в данной работе.

Отрасль обращения с твердыми коммунальными отходами очень эффективная, и на нее давно обратили внимание многие страны. Грамотное распоряжение ТКО позволяет многим предприятиям за рубежом не только поддерживать экологическую ситуацию на высочайшем уровне, но и извлекать огромную выгоду после продажи вторичных ресурсов. Ряд европейских моделей управления и тарифной политики, доказавших свою эффективность, целесообразно применить в России с поправкой на региональные особенности, в первую очередь это введение модели регионального оператора. На законодательном уровне на данный момент в России и регионах хорошо определены целевые программы в области обращения с ТКО. Но инфраструктура требует серьезных, комплексных изменений. И начать следует с изменения действующей схемы обращения с ТКО. Именно это изменение закреплено Федеральным законом от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 29.12.2014) “Об отходах производства и потребления”, в котором регламентируется утверждение территориальных схем в области обращения с отходами (в том числе ТКО), а также наделение юридических лиц статусом регионального оператора по обращению с твердыми коммунальными отходами. Но для начала рассмотрим действующую схему работы инфраструктуры в Санкт-Петербурге.

Оценивая ситуацию на рынке обращения с ТКО, на данный момент можно выделить следующие проблемы:

1. Происходит недозагрузка производственных мощностей по переработке, потому что организации-перевозчики стремятся экономить и сразу отгружать отходы для захоронения на полигон. Происходит недозагрузка государственных предприятий по переработке и возникают вопросы у потенциальных инвесторов в сферу обращения с ТКО. Хотя в случае с инвесторами Санкт-Петербург в соответствии с условиями соглашения по строительству таких предприятий обязуется обеспечить их своевременную загрузку. (Координационный агент сможет распределить перевозчиков). Как указано в постановлении правительства Санкт-Петербурга, городу следует иметь собственный автопарк перевозчиков и сразу же реагировать в случае форс-мажорных обстоятельств.

2. В настоящий момент в Санкт-Петербурге отсутствуют эффективные механизмы государственного контроля над деятельностью в области обращения с ТКО, в частности, отсутствуют механизмы учета и мониторинга транспортировки ТКО из мест их образования и (или) сбора до мест их переработки, утилизации, захоронения.

3. Оплата переработки и размещения ТБО, образующихся в Санкт-Петербурге, осуществляется за счет средств граждан - образователей ТБО и включена в плату за содержание общего имущества многоквартирного жилого дома. Платеж непрозрачен, нет зависимости между платежом и объемом образования отходов.

4. Нынешняя схема обращения с отходами не поощряет как производителей (рис.2), т.е. нас, так и перевозчиков и мусороперерабатывающие заводы, то есть вся отрасль работает неэффективно. Граждане платят 3 рубля с квадратного метра жилой площади, и эти деньги поступают в орган управления многоквартирным домом, и этот орган заключает контракт и платит деньги компании-перевозчику за вывоз мусора. И дальше уже перевозчик доставляет ТКО на объекты переработки/захоронения отходов по существующему тарифу, для завода по переработке это 1217,11 руб. за тонну и 371,21 руб. за тонну соответственно на полигонах. Естественно перевозчик в свою очередь редко выбирает МПЗ, так как пытается экономить. Не редкость и такая ситуация, при которой перевозчик не доезжает и до места размещения отходов, тем самым образуя несанкционированные свалки. У МПЗ происходит недозагрузка мощностей. Такая схема не является эффективной и не гарантирует своевременный и регулярный сбор и вывоз ТБО, а также их последующую утилизацию и переработку, что наносит ущерб экологическому и санитарно-эпидемиологическому благополучию населения Санкт-Петербурга и не позволяет в полной мере реализовать гарантированное статьей 42 Конституции Российской Федерации право населения на благоприятную окружающую среду.

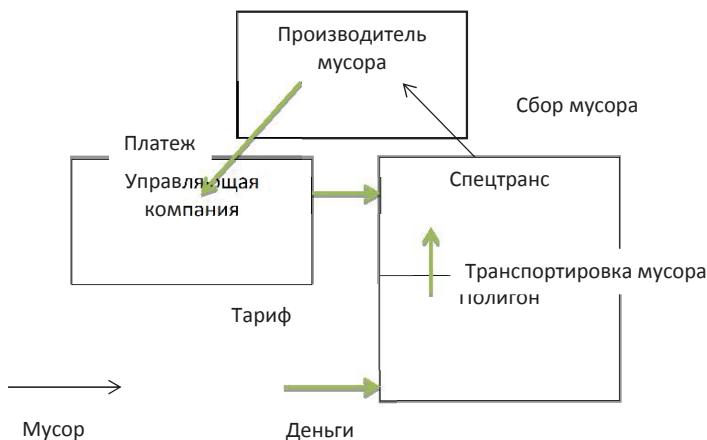


Рисунок 2. Действующая схема обращения с ТКО В Санкт-Петербурге

Решить ряд проблем можно введением в действующую схему регионального оператора. В международной практике наиболее распространенной является модель регионального оператора как обособленной структуры либо некоммерческой организации, обладающей эксклюзивным либо частичным правом распоряжаться отходами, сформировавшимися на определенной территории. Оператор заключает договоры и осуществляет расчеты с оказывающими услуги и эксплуатирующими инфраструктуру организациями.

В рамках данной схемы работы (рис.3) региональный оператор наделяется полномочиями распоряжаться потоками отходов, выбирать исполнителей всех видов услуг и формировать тарифную политику для населения, а муниципалитет является лишь одним из заказчиков услуги (например, по вывозу мусора из общественных мест, уборке территорий, обслуживанию бюджетной сферы).

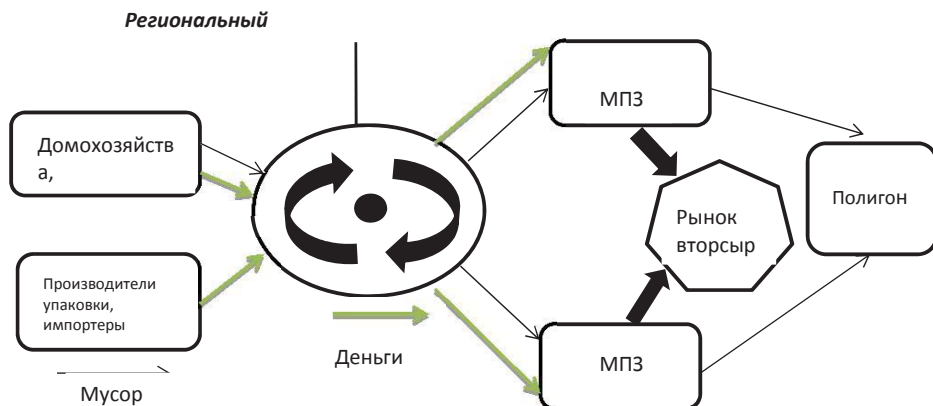


Рисунок 3. Роль регионального оператора в схеме обращения с отходами

На данной схеме региональный оператор выполняет множество ролей. Во-первых, это юридическое лицо, которое осуществляет деятельность по сбору, транспортировке, обработке, утилизации и обезвреживанию ТКО, а также это юридическое лицо, которое обязано заключить договор с их собственником на оказание услуг по обращению с ТКО, которые образуются и места сбора которых находятся в зоне деятельности регионального оператора.²

Таким образом, региональный оператор взаимодействует с домохозяйствами и управляющими компаниями и берет на себя функцию распределения денежных потоков и распределение организаций-перевозчиков. Планируется, что региональный оператор подпишет контракты только с теми компаниями-перевозчиками, которые обязуются оснастить свои транспортные средства системой ГЛОНАСС и перевозить отходы строго в место, указанное региональным оператором. Это позволит всегда заполнять действующие производственные мощности МПЗ, что повлечет за собой уменьшение заполнения полигонов и намного увеличит интерес инвесторов в отрасль, заполнение производственных мощностей МПЗ является главным условием финансирования таких проектов со стороны частного инвестора. Также благодаря полноценной работе МПЗ будет развиваться рынок вторичного сырья в регионе, и мусороперерабатывающий завод будет иметь прибыль не только от платежей за переработку и утили-

² Федеральный закон от 29.12.2014 N 458-ФЗ.

зацию, но и от продажи вторсырья. Региональному оператору следует иметь собственный парк мусороуборочной техники, доля которого будет составлять минимум 20% от всех действующих перевозчиков, чтобы в случае форс-мажора оперативно реагировать на все обстоятельства, и это позволит компании выглядеть солидно со стороны остальных перевозчиков и муниципалитета.

Стоит отметить следующие положительные стороны:

1. единое видение конечного результата (эффективной системы), делающее рынок более предсказуемым и прозрачным для регуляторов, операторов и инвесторов;

2. многообразие региональных подходов в выборе технологий, способов переработки/утилизации и механизмов финансирования в зависимости от конкретной экологической ситуации и экономических условий;

3. сохранение единого подхода к контролю факторов, непосредственно влияющих на экологическую обстановку (техническая и санитарная безопасность объектов инфраструктуры).

Используя только действующий тариф на утилизацию, невозможно не только поддерживать отрасль на базовом уровне, но тем более развивать ее. Конечно, требуются вложения не только федеральных органов власти, но и частных инвесторов. За счет повышения действующего тарифа не достичь создания и поддержания нужной нам инфраструктуры, да и высокая финансовая нагрузка жителей региона тоже не лучший выход из положения, хотя повышение тарифа необходимо. Чтобы не нагружать жителей региона я планирую добавить в схему принцип рациональной ответственности производителей (РОП), который перенесется также и на импортеров. В рамках работы сети РОП осуществляются пропорциональные взносы, за счет которых финансируется создание и поддержание соответствующей инфраструктуры.

Таким образом, происходит полная интеграция принципа РОП в региональную систему обращения с ТКО. В ряде стран функции сбора и вывоза мусора осуществляются исключительно в рамках муниципальных или региональных систем и финансируются за счет тарифа.

Применив опыт сходных по начальным условиям стран Восточной Европы, Россия может достичь существенных результатов в развитии индустрии переработки отходов и минимизации размещения отходов на полигонах. Успех зависит от внедрения эффективной системы управления. В Европе хорошо зарекомендовали себя различные варианты модели регионального оператора. В адаптированном виде модель координационного агента может быть использована и в России.

SWOT-анализ регионального оператора.

<i>Сильные стороны</i>	<i>Слабые стороны</i>
• Обладает своим парком мусороуборочной техники(20%) • Обладает своевременной и достоверной информацией о заполнении полигонов и направляет перевозчиков куда нужно, тем самым организуя правильную систему движения отходов. • Основное предприятие организующее работу инфраструктуру обращения с ТКО в регионе.	• Контракт с огромным количеством жителей региона. • Сложность организации системы, компания должна быть изначально правильно построена, с точки зрения структуры. Большое количество разнообразных отделов внутри организации. • Сложность распределения финансовых потоков на начальном этапе.
<i>Возможности</i>	<i>Угрозы</i>
• Делает рынок более предсказуемым и прозрачным для регуляторов, операторов и инвесторов • Развивает рынки вторсырья в регионе • Первый шаг в сторону построения эффективной инфраструктуры обращения с ТКО • Законодательные органы всегда, будут на стороне регионального оператора, так как в основных законах уже описана его роль в нынешней инфраструктуре. • Привлечение частных инвесторов в инфраструктуру обращения с ТКО в регионе. • Повысит социальную ответственность жителей города, и станет первым шагом для внедрения раздельного сбора ТКО в регионе. • Региональные операторы могут с точностью отслеживать экологическую ситуацию в своих регионах, и облегчить статистическим и органам регулирования эту задачу. Что позволит показывать динамику улучшения по России в целом.	• Проблема входа на рынок, в уже устоявшуюся систему обращения с ТКО. Возьмет на себя обязанности множества управляющих компаний и домохозяйств • Возможность приватизации муниципалитетом, так как это стратегически важная со всех сторон отрасль. • Сложность организации системы рациональной ответственности производителя в условиях нашей страны. • Возможность того, что население города будет против роста тарифов на утилизацию и захоронение отходов в регионе.

Хотелось бы отметить, что был проведен анализ работы как действующей системы обращения с ТКО, так и системы с введенным региональным оператором.

ром, были выявлены все недостатки действующей схемы, и большую часть из них решает региональный оператор. Он предусмотрен действующим законодательством и внесен полгода назад с вступившими изменениями и дополнениями в N 89-ФЗ (ред. от 29.12.2014). И очень хорошо, что данная проблема начала решаться с высшего законодательного уровня страны. Результаты работы продемонстрированы с помощью SWOT-анализа, где описаны сильные и слабые стороны регионального оператора, как организации, так и возможности и угрозы развития, связанные с внешней средой. В заключении хотелось бы дать некоторые рекомендации по реализации государственной политики в сфере обращения с ТКО:

Рекомендации по повышению эффективности тарификации услуг в сфере обращения с ТКО:

1. *Раскрыть все составляющие тарифа.* Целесообразно выделить обращение с ТКО в самостоятельную услугу для всех категорий пользователей и обеспечить полный доступ к информации о составляющих платежа. В результате вся цепочка платежей становится прозрачной: потребитель видит, из чего складывается тариф.

2. *На уровне региональной системы обращения с отходами создать механизм, позволяющий определять размер компенсации за негативное влияние на окружающую среду.*

На базе существующего института платы за размещение и негативное воздействие внедрить два новых экономических стимула.

Рекомендации по формированию эффективного рынка обращения с отходами

1. *Создать единый координационный центр на субфедеральном уровне и наделить его всеми необходимыми полномочиями.*

При этом следует гарантировать сохранение конкуренции в сферах, привлекательных для частного бизнеса, и контролировать достижение целевых показателей обращения с отходами на региональном уровне.

2. *Развивать «простую» форму регионального оператора.*

В первую очередь следует воплощать наиболее «простые» схемы — либо с охватом всего спектра услуг, либо с разделением сбора и вывоза, но обязательно с прямым администрированием платежей. По мере накопления опыта можно ожидать объединения нескольких подходов в рамках одного субъекта федерации.

Все начинания и преобразования необходимо начинать с самих себя, нужно быть ответственными и умными потребителями, ведь от нас самих непосредственно зависит жизнь нашего окружения и будущих поколений, у нас очень красивая и богатая природными ресурсами страна, необходимо ценить и охранять её.

ЛИТЕРАТУРА:

- 1) Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 29 мая 2012 г. N 524 "О Программе "Региональная целевая программа по обращению с твердыми бытовыми отходами в Санкт-Петербурге на период 2012 - 2020 годов"
- 2) Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 29.12.2014) "Об отходах производства и потребления" (и изм. и доп., вступ. в силу с 01.02.2015)
- 3) What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management, Urban Development Series, World Bank, 2012.
- 4) Федеральная служба государственной статистики. Доступно по ссылке: <http://www.gks.ru>.

УДК: 338.28

А.С. Табакова, О.В. Новикова

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ КАК ЭЛЕМЕНТА СИСТЕМЫ ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТА ВУЗА

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THERMAL NETWORKS AS AN ELEMENT OF THE ENERGY SYSTEM OF THE UNIVERSITY

Аннотация. Работа автора посвящена системному анализу проблемы минимизации расходов бюджетного учреждения, а именно университета, в части снижения затрат на потребляемые теплоэнергетические ресурсы. Автором выявлена и проанализирована система энергетического менеджмента на примере СПбПУ, а также разработаны предложения по ее совершенствованию с целью минимизации затрат на тепловую энергию. Особенности совершенствования системы энергоменеджмента существуют для каждого объекта и методическая обеспеченность этого процесса в вузах еще находится в стадии формирования. В связи с этим, тема данного исследования, учитывающая особенности объекта, находящегося в государственной собственности, имеющего собственные генерирующие мощности, многоуровневое сетевое хозяйство, но при этом не являющееся промышленным предприятием в традиционном понимании этого слова, является актуальной и своевременной для решения задач, поставленных Министерством образования РФ, в области энергетики.

Ключевые слова: энергетический менеджмент, минимизация потерь, система теплоснабжения, автоматизированные системы учета, узлы коммерческого и технического учета.

Abstract. This work is devoted to the system analysis in the minimization of expenses in the budgetary establishment, namely university, regarding drop of costs in the consumed heat power resources. The author revealed and analyzed the system of power management on the example of SPbPU, and developed offers on its improvement in the minimization of costs in thermal energy. Features of improvement in the system of power management exist in each facility, but methodical security of

this process in Universities is still in the formation stage. In this regard, the subject of this research, that considers features of the object which is in the state ownership, has own generating capacities, the multilevel network property, but which thus isn't the industrial enterprise in traditional understanding of this word, is the actual and timely task for the decision set by the Ministry of Education of the Russian Federation in the field of energetics.

Keywords: power management, minimization of costs, system of heat supply, the automated accounting systems, knots of the commercial and technical account.

Актуальность. В условиях ограничений финансирования государственных учебных заведений и обязательности выполнения требований ФЗ -261 «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...» [1] становится актуальным снижение затрат бюджета университета за счет минимизации сверхнормативных потерь энергоресурсов. Организационные предпосылки выявления потерь и разработки мероприятий по их сокращению связаны с системой энергетического менеджмента на территории вуза. Ее совершенствование, в первую очередь, предполагает создание возможности мониторинга, контроля и регулирования энергопотребления. Для реализации указанных функций надо определить требуемые параметры контроля. В работе рассмотрено одно из направлений совершенствования системы энергоменеджмента, связанное с системой теплоснабжения на примере одной из площадок очень крупного университета, имеющего в своем энергетическом хозяйстве не только объекты потребления, но и объекты генерации тепловой энергии.

Объект исследования. Система теплоснабжения университета на примере одной из площадок СПбПУ.

Предмет исследования. Экономичность передачи тепловой энергии по сетям на территории университета.

Цель. Разработать основные направления выявления и реализации потенциала энергосбережения и повышения энергетической и экономической эффективности системы энергоменеджмента на примере системы теплоснабжения университета.

Задачи:

1. выявить элементы энергоменеджмента системы теплоснабжения университета;
2. разработать модель действующей системы учета теплогенерации и теплопотребления в рамках исследуемого объекта;
3. определить фактическое потребление и производство тепловой энергии;
4. рассмотреть варианты выявления потенциала экономичности с учетом имеющихся технических возможностей и с учетом автоматизированной системы контроля и учета энергоресурсов, в дальнейшем .АСКУЭР
5. разработать предложения по снижению потерь в системе теплоснабжения в рамках исследуемого объекта с учетом организационных и технических мероприятий

Описание проекта.

Политика университета в области энергоменеджмента направлена на минимизацию потерь, совершенствование системы учета, оптимизацию производства и потребления тепловой энергии, а также на улучшение системы регулирования и контроля. Результатом данных мероприятий будет снижение расходов на тепловую энергию, и как следствие повышение экономической эффективности работы вуза.

В системе теплоснабжения любого объекта выделяют три составляющих: источники генерации или поставки тепла, тепловые сети и потребители тепловой энергии. Для каждого из элементов актуальна вышеупомянутая политика. В рамках данного проекта будут рассмотрены основные направления выявления и реализации потенциала энергосбережения и повышения энергетической и экономической эффективности системы энергоменеджмента на примере системы теплоснабжения университета. В дальнейшем исследование будет направлено на источники генерации и потребления тепла.

Для рассмотрения системы теплоснабжения объекта большое значение имеет моделирование существующей схемы распределения и источников генерации тепла. На рис.1 представлена схема рассматриваемой тепловой зоны.

Для технико-экономической оценки производства и потребления тепловой энергии необходима детальная пообъектная информация. Обобщенный анализ этой информации предствлен в табл.1.

Таблица1

Информация по площадке Политехническая,29

Кол-во объектов потребления	Источник теплоснабжения	Характеристика узла учета и рекомендации	Рекомендации
29 объектов	Котельная	29 элеваторных узлов, 5 технических узлов учета, 1 коммерческий узел учета	Необходимо установить 27 технических узлов учета и 1 коммерческих.
6 объектов	ГУП ТЭК	15 элеваторных узлов. Необходимо установить 15 технических узлов учета.	Необходимо установить 9 технических узлов учета

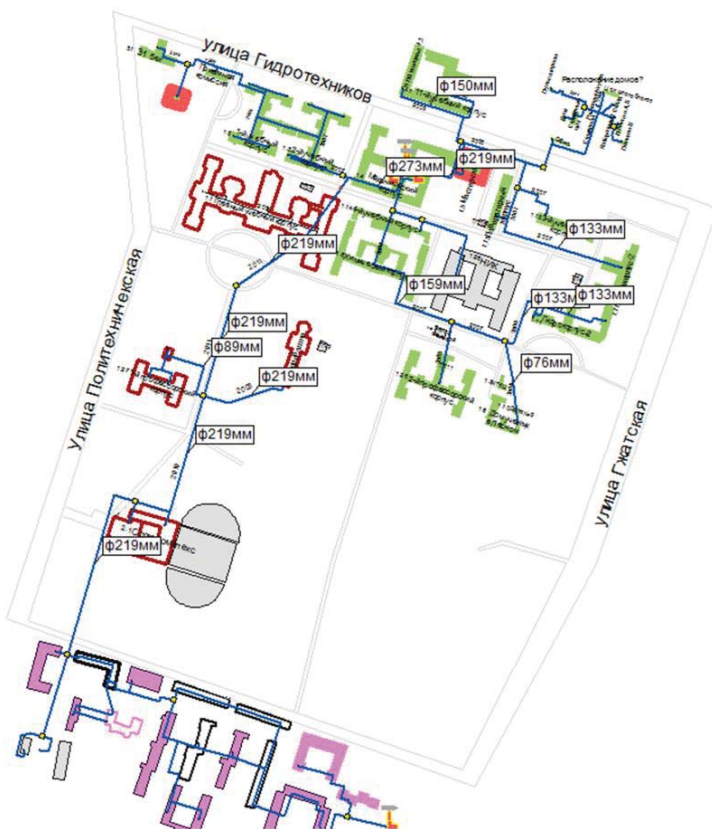


Рисунок 1. Схема теплоснабжения СПбПУ на Политехнической, 29

Общее количество требуемых приборов технического учета зависит от детализации контроля. В частности, так как в отопительный период в корпуса поступает по открытой системе тепло и на отопление и на ГВС, то на узлах учета должны быть установлены отдельные приборы по отоплению и ГВС в каждом корпусе. В межотопительный период будут данные только с одного узла учета (по ГВС). Такая детализация позволит регулировать потребление внутри корпусов.

На следующем этапе работы будут рассмотрены фактическое производство и потребление тепловой энергии. Учет тепловой энергии может осуществляться коммерческими или техническими узлами учета. На территории рассматриваемого автором университета для реализации требований энергополитики необходима установка дополнительных узлов учета тепловой энергии. В процессе исследования автором был произведен замер расхода теплоносителя для объектов потребления тепловой энергии переносным ультразвуковым рас-

ходомером марки Portaflow 220. Полученные результаты говорят о неравномерном потреблении энергии в течение суток, в связи с существенным влиянием нагрузки ГВС и в отопительный период. Проведенные замеры позволяют оценить мгновенный расход теплоносителя, но не позволяют выявить закономерности в расходе теплоносителя для продолжительного промежутка времени. Однако такие замеры позволяют распределить баланс потребления тепловой энергии от одного источника.

Далее для выявления и оценки имеющегося потенциала энергосбережения проводится сравнение расходов теплоносителя, по данным в энергетическом паспорте за прошедшие периоды времени с необходимым и достаточным количеством тепла в соответствии с нормативными показателями всех объектов. Практический этап, связанный с инструментальными замерами позволяет сделать вывод о важности внедрения на данном этапе автоматизированной системы АСКУЭР, которая позволит получать информацию оперативно и точно и минимизирует погрешности, возникающие при мгновенном контроле переносными приборами.

На следующем этапе необходимо проанализировать потенциал минимизации расходов на транспортировку тепловой энергии. Этого можно достичь с помощью минимизации потерь (технические и организационные мероприятия), а также проводя логистику загрузки тепловых сетей от разных источников при наличии технической возможности. К техническим мероприятиям относятся восстановление поврежденных участков, замена участков с применением современной технологии и перепрокладка тепловых сетей с уменьшением протяженности тепловых сетей. Для первых двух мероприятий будут произведены расчеты по уменьшению потерь и повышению надежности энергоснабжения с использованием материалов АСТИМ, вспененный полиэтилен, полиуритан вспененный CO₂. Также будет произведено сравнение характеристики данных материалов с используемой в настоящий момент базальтовой ватой с синтетической связующей основой. К организационным мероприятиям относятся внедрение индивидуальных тепловых пунктов, повышение квалификации персонала, регулирование потребления энергии.

После проведения теоретической части исследования должна следовать реализация организационных и технических мероприятий по внедрению требований энергополитики, утвержденных к применению. Мероприятия должны выполняться в следующей последовательности:

1. Обследование системы теплоснабжения с проведением замеров расхода теплоносителя и потерь в системе изоляции для определения фактической схемы потребления теплоносителя.
2. Внедрение современных систем учета и контроля за расходом теплоносителя.
3. Технические и организационные мероприятия по минимизации потерь.
4. Внедрение современных систем управления и перераспределения теплоносителя.

5. Контроль полученных результатов и определение экономической эффективности проведенной работы.

Контроль результата необходимо предоставлять ежеквартально в Министерство образования в соответствии с требованиями ведомственного стандарта [5]. Система энергоменеджмента позволяет организации выполнить свои обязательства по соблюдению энергетической политики, принимать меры, необходимые для повышения энергоэффективности и продемонстрировать соответствие системы требованиям стандарта, установленного Министерством образования и международным стандартом ISO 5001 [2]. Также он необходим для дальнейшего совершенствования системы энергоменеджмента вуза.

Основные планируемые результаты.

Планируется разработать основные направления выявления и реализации потенциала энергосбережения и повышения энергетической и экономической эффективности системы энергоменеджмента на примере системы теплоснабжения. Для этого необходимо выявить элементы энергоменеджмента системы теплоснабжения университета, разработать модель действующей системы учета теплогенерации и теплопотребления в рамках исследуемого объекта, определить фактическое потребление и производство тепловой энергии и выявить потенциал экономичности с учетом имеющихся технических возможностей.

Области возможного применения.

Рекомендации могут быть использованы для любого образовательного учреждения, с целью систематизации имеющегося потенциала, также для других вузов появляется возможность использовать опыт совершенствования системы энергоменеджмента вуза в части теплоснабжения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. 261 ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".
2. Стандарт ISO 5001
3. Е.П. Кузнецов, О.В. Новикова, А.С. Дяченко Экономика и управление энергосбережением: учеб. Пособие / СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 591с.
4. Шойхет Б.М., Ставрицкая Л.В., Ковылянский Я.А. Тепловая изоляция трубопроводов тепловых сетей // Энергосбережение №5, 2002 г.
5. Ведомственный стандарт Министерства образования от 20.11.2012.

УДК: 338.24

И.И. Филатова

**КОНСОЛИДИРОВАННАЯ ГРУППА НАЛОГОПЛАТЕЛЬЩИКОВ:
МЕХАНИЗМ СОЗДАНИЯ И ВЛИЯНИЕ НА ФОРМИРОВАНИЯ
РЕГИОНАЛЬНЫХ БЮДЖЕТОВ**

THE MECHANISM OF CREATION CONSOLIDATED GROUP OF TAXPAYERS AND ITS INFLUENCE ON THE FORMATION OF REGIONAL BUDGET

Аннотация. В данной статье был подробно рассмотрен порядок создания КГН, также охарактеризовано влияние данного механизма на формирование доходов региональных бюджетов. Помимо этого, была рассмотрена Компания ОАО «Газпром нефть», которая является одним из участников КГН. На её примере наглядно показаны последствия введения данного механизма.

Ключевые слова: консолидированная группа налогоплательщиков, налог на прибыль, региональные бюджеты.

Annotation. In this paper down construction order of consolidated taxpayers group was analyzed, also the effect of this mechanism on income generation of regional budgets was described. Moreover, the Company OJSC "GPN" was investigated. OAO "GPN" is one of members of consolidated taxpayers group. Its example shows all fallouts of consequences of this mechanism involving. *Keywords:* consolidated taxpayers group, tax on income, regional budgets.

С 1 января 2012 г. в соответствии с положениями налогового кодекса РФ в редакции Федерального закона от 16.11.2011 N 321-ФЗ налогоплательщикам предоставлена возможность создания консолидированной группы налогоплательщиков (далее - КГН) для целей исчисления и уплаты налога на прибыль. Следует отметить, что консолидированная налоговая база, облагаемая по ставке 20%, высчитывается как алгебраическая сумма всех участников: доходы минус расходы всех участников. [1]

После введения данного закона открытые акционерные общества начали активно проводить работу по созданию КГН в рамках группы компаний. И ОАО «Газпром нефть» - крупнейший налогоплательщик Санкт-Петербурга, также входит в их число. [2]

Необходимо отметить, что законодательство о КГН стимулирует крупнейшие компании страны платить налог на прибыль не по месту регистрации юридического лица, а в тех регионах, где сконцентрированы производственные мощности и персонал. В состав группы "Газпром нефть" входят около 80 нефтедобывающих, нефтеперерабатывающих и сбытовых предприятий. Основная деятельность ведется в нефтегазовых регионах — Ханты-Мансийском и Ямало-Ненецком автономных округах, Томской, Омской и Оренбургской областях. Головной офис в Петербурге больших доходов не генерирует, поэтому перераспределение налога на прибыль явно должно было быть не в пользу городского бюджета, поэтому влияние создания КГН на доходы бюджета города сдержанно оценили как "негативное". [2] В свою очередь, промышленные регионы восприняли данный законопроект «положительно»: ожидался рост поступлений в бюджет Омской области более 50% - 2 млрд. руб. в 2013г.

Однако, компания «Газпромнефть» провела консолидацию только сбытовых подразделений и отложила на неопределенный срок консолидацию производственной группы. В КГН были включены московские «Газпром-

нефть-аэро» и «Газпромнефть — смазочные материалы», петербургские «Газпромнефть марин бункер» и ОДЦ «Охта». [4] Добывающие дочерние предприятия «Газпром нефти» в КГН не вошли. Дело в том, что новый законопроект все-таки позволяет компании выбирать, где платить налоги: это возможно не только в регионах, где компания ведет основную деятельность, к примеру, в Омске, но и в тех областях, где у компании зарегистрированы основные средства. Ожидается, что в Санкт-Петербурге достроят новый огромный офис (ЗАО «ОДЦ «Охта») и, соответственно, именно там будут сосредоточены огромные капиталовложения.

Таким образом, создание ОАО «Газпром Нефть» КГН не привело к значительному изменению соотношения налоговых отчислений в бюджеты регионов, как планировалось в новом законодательстве РФ. [5]

Более того, согласно финансовой отчетности ОАО «Газпром Нефть», в результате введения данного механизма Компания в 2013 году сократила расходы на налог на прибыль в размере 111 853 тыс. руб. [3]

Мной были выявлены основные причины использования данного механизма Компанией:

1. Создание КГН выгодно тем, что внутренние операции (операции между организациями группы) не облагаются налогом на прибыль. Такое объединение платит налог на прибыль как единая организация с системой филиалов (обособленных подразделений), то есть консолидируют налоговую базу.

2. КГН получает привилегию трансфертного ценообразования, тем самым позволяя экономить на НДС.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Налоговый Кодекс РФ, Глава 3.1, ст. 25.1-25.6 // от 16.11.2011 N 321-ФЗ;
2. Тирская М.И. "Газпром нефть" консолидированно уведет налоги из Петербурга" [Электронный ресурс] // DP.ru 2012. URL:http://www.dp.ru/a/2012/07/30/Gazprom_neft_uvodit_na. (Дата обращения 30.10.2014);
3. Финансовый отчет ОАО «Газпром Нефть» за 2013 г., 79 с.;
4. Годовой отчет ОАО «Газпром Нефть» за 2013 г., 209 с.;
5. Отчет в области устойчивого развития ОАО «Газпром Нефть» за 2013 г., 135 с.

УДК: 621.577

Г.М. Цейзер

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

USE OF HEAT PUMPS IN THE URBAN ENVIRONMENT

Аннотация. В данной статье рассмотрены перспективы применения теплонасосных установок для энергообеспечения городских потребителей в нашей стране. В первой части доклада поднимается проблема использования нетрадиционных источников в теплоэнергетической отрасли нашей страны. Внедрение теплонасосных технологий может стать достойной альтернативой существующим способам отопления. Наиболее выгодно применения тепловых насосов для индивидуальных потребителей, отдалённых от централизованной системы отопления и газоснабжения. Однако, использование тепловых насосов для энергоснабжения городских потребителей также имеет свои преимущества. Источниками низкопотенциального целесообразно использовать сбросных и сточные воды промышленных предприятий, коммунальных сетей, бассейнов. Это позволит не только отапливать потребителей, но и утилизировать избытки тепла. Также в докладе перечислены иные способы использования тепловых насосов в городской черте и описан план дальнейшей работы.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, тепловые насосы, системы отопления.

Abstract. In this article describes the prospects for the application of heat pump installations for power supply of urban consumers in our country. In the first part of the report raises the problem of the use of alternative sources of thermal power industry in our country. Implementation of heat pump technology can be a viable alternative to the existing method of heating. The most beneficial use of heat pumps for individual consumers remote from centralized heating and gas supply. However, the use of heat pumps to supply city consumers also has its advantages. The sources should be used low-grade waste and waste water industries, utilities, swimming pools. This will not only heat the consumers, but also to dispose of excess heat. The report also lists the different ways of using heat pumps in the city and described a plan for further work.

Keywords: alternative energy, heat pumps, heating system.

Энергетика является одним из ключевых понятий современного мира, так как она тесно взаимосвязана с экономическими, политическими, экологическими и многими другими глобальными аспектами. Именно поэтому её состояние так важно и актуально в наши дни.

Возрастающая потребность в энергетических ресурсах на фоне непредсказуемости экологических последствий дальнейшей разработки традиционных источников энергии создаёт проблемы, как в самой энергетике, так и ситуации в мире в целом. Важнейшим способом решения этой проблемы является использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Переход на использование нетрадиционных видов энергии является одной из главных политических задач многих стран, что подтверждает важность этой проблемы.

В нашей стране, где основной упор ставится на добычу, использование и экспорт ископаемого топлива, вопрос использования нетрадиционных источников энергии стоит не столь остро, по сравнению со многими другими странами. Развиваемая десятилетиями традиционная энергетическая инфраструктура, ос-

нованная на использовании крупных энергетических станций, создаёт неподъёмную конкуренцию, как правило, более маломощным и низкопотенциальным нетрадиционным источникам. Кроме того, проблему внедрения таких источников в отечественную энергетику создают географические и климатические особенности России. Не смотря на это, переход на новые виды энергии является не менее актуальным для нашей страны. Многие виды альтернативных источников энергии имеют существенный потенциал.

Особую важность для отечественной энергетики представляет собой производство тепла. Суровый климат с продолжительными холодными зимами создаёт необходимость обеспечения продолжительных сезонов отопления, что требует значительных затрат топлива, которые превышают почти в 2 раза затраты на электроснабжение. Обеспечение тепла российских потребителей главным образом строится на использовании центрального отопления. Это с одной стороны это создаёт зависимость получения тепла потребителем от центрального отопления. С другой, абсурдная нерациональность использования традиционных морально и даже физически изношенных тепловых систем приводит к непомерным тратам, которые можно избежать, используя установки на базе возобновляемых источников. Ещё одной характерной особенностью отечественной теплоэнергетики является использования местного теплоснабжения с использованием газовых или электрических систем отопления. В первом случае это требует газификации, которое также не обходится без дополнительных затрат. Поэтому уровень газификации в нашей стране крайне низок в частном секторе. Обогревать электричеством – это не соизмеримые затраты даже для небольших индивидуальных домов, да и старые электросети порой не рассчитаны на такую большую нагрузку.

Проблему обеспечения тепловой энергией как частных, так и промышленных потребителей можно решить использованием низкотемпературной энергии с помощью тепловых насосов.

Как известно, теплонасосные установки (ТНУ) являются устройствами, способными передавать тепловую энергию от источника теплоты с низкой температурой к приемнику теплоты с высокой температурой при подводе извне механической энергии для привода компрессора (приводной энергии)[1].

Таким образом, в отличие от традиционных источников теплоснабжения, тепловые насосы являются энергетически и экологически более эффективными. Их использование исключает зависимость от центрального теплоснабжения, а значит и затраты на транспортировку тепла к потребителю. Традиционное получение тепла сжиганием ископаемого топлива является крайне низкоэффективным и имеет пагубные экологические последствия. И как отмечалось выше, местное теплоснабжение экономически и технически не обоснованно. Использование же теплонасосных систем требует материальных вложений только при их установке, само производство тепла несравнимо выгодно и эффективно в сравнении с центральным или местным отоплением. Производство и использование низкопотенциальной энергии с помощью тепловых насосов не сопровождается экологическим ущербом, не загрязняются воздух, вода, почва. Элек-

трическая энергия, требуемая для их работы, в разы меньше энергии, что потребляют любые другие электрические обогревательные системы при той же выработке тепловой энергии. Главным недостатком тепловых насосов является их дороговизна и сложность установки. Однако опыт развитых стран, таких, как США, Япония и страны ЕС, показал, что эти затраты вполне окупаются дешевизной полученного тепла. В настоящее время ТНУ широко применяется за рубежом, от индивидуальных установок небольшой тепловой мощностью, до промышленных, мощностью нескольких десятков мегаватт[2].

Показателен пример использования тепловых насосов в скандинавских странах, в которых климатические показатели сравнимы с суровыми условиями в большей части нашей страны. Даже Норвегия, страна с сильно развитым нефтяным сектором, являет собой прекрасный пример внедрения в собственную энергетику возобновляемых источников, которые уже вырабатывают больше половины от общего количества производимой энергии. Львиную долю этой энергии производят как частные, так и промышленные теплонасосные установки, использование которых обязывает даже закон.

Итак, использование геотермальных теплонасосных систем для России выгодно не только в плане мировых тенденций по внедрению «чистой» энергетики, но и имеет экономические преимущества. Отсутствие явных подвижек по их использованию объясняется нежеланием перекраивать устаревшую энергетическую инфраструктуру наряду с недостаточной информированностью об альтернативных источниках тепла руководителей и технических специалистов

Безусловно, характерная для нашей страны, отдалённость частного сектора от центрального теплоснабжения и крайне низкоэффективное производство тепла с помощью местных систем говорит о том, что, прежде всего установка и использование теплонасосных систем выгодна именно для индивидуального теплоснабжения потребителей, которые не способны подключиться к центральному или газовому теплоснабжению.

Однако, не стоит оставлять без внимания использование тепловых насосов в городских условиях, которое имеет свои особенности.

В городской черте традиционное применение тепловых насосов для отопления зданий с забором тепла из грунта, грунтовых вод или водоема имеет много проблем, которые фактически тормозят развитие их применения в городах России. Отопление с помощью ТНУ, характерных для города, крупных зданий требует значительных объемов забора тепла от низкопотенциальных источников, что весьма проблематично в плотно застроенной городской среде. Более того, повсеместное применение в крупных городах центрального отопления создаёт неподъемную конкуренцию тепловым насосам. Наконец, дороговизна монтажных и инженерных работ по установке теплового насоса играет значительную роль для применения этой технологии в нашей стране, где экономические особенности затрудняют применение технологий, имеющих высокие сроки окупаемости[3]. Все это ставит Россию в число стран, отстающих по применению тепловых насосов, от большинства развитых стран, хотя, эта технология

имеет у нас большие перспективы, поэтому внедрения тепловых насосов в общественную городскую инфраструктуру требуют иных подходов.

Прежде всего, следует рассмотреть различные пути применения тепловых насосов и способы забора низкопотенциального тепла. Во-первых, это использование отходов теплоты, таких, как сточных вод коммунальных сетей и промышленных предприятий. Использование тепловых насосов в данном направлении позволяет не только утилизировать, вредное для окружающей среды тепло, но и подготовить воду для объектов, где требуется охлаждаемая оборотная вода [4]. Кроме того, тепловые насосы позволяют проводить вентиляцию зданий, осушение и обезвоживание, термическое разделение веществ и другие технологии, требуемые в промышленности [1].

Среди способов применения тепловых насосов в общественных сооружениях наиболее перспективным является их использование для подогрева и регулирования температуры воды в бассейне. Постоянный подогрев болящих масс поступающей воды наряду с большими сбросами отработанной воды в канализацию позволяет применить тепловые насосы в двух направлениях. Тепловые насосы могут не только подогревать воду в бассейне, но и утилизировать тепло сточных вод с дальнейшей выработкой тепла для приготовления горячей воды [6].

Использование тепловых насосов в жилищно-коммунальной сфере поможет повысить эффективность, как индивидуальных систем отопления, так и сетей центрального отопления. Однако, их внедрение в данную сферу требует особого подхода, связанного с выбором источника тепла и различными подходами использования тепловых насосов, в том числе для кондиционирования зданий и утилизацией тепла сточных вод [7].

В дальнейшей работе предполагается теоретически рассмотреть способы применения тепловых насосов для существующих промышленных объектов города Челябинска. Будет проведён обзор заводов, фабрик, электростанций, коммунальных сетей, бассейнов и прочих объектов, где существует возможность осуществления утилизации тепла и подготовки воды с помощью тепловых насосов, рассмотрены принципы осуществления таких технологий. На основе полученных данных будет произведён экономическая оценка рассмотренных технологий.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Хайнрих Г. Теплонасосные установки для отопления и горячего водоснабжения : пер. с нем. / Хайнрих Г., Найорк Х., Нестлер В.; под ред. Б.К. Явнеля. - М. :Стройиздат, 1985. - 352сВасильев, Г.П. О тепловом ресурсе сточных вод и его использовании / Васильев Г.П., Закиров Д.Г., Абуев И.М., Горнов В.Ф. // Водоснабжение и канализация. – 2009.- № 7-8.
2. <http://каталог-статей.pf/stroyka/oborudovanie/dostoinstva-i-nedostatki-kotlov-rabotayuschih-na-raznyh-vidah-topliva.html> Садовников А.А. Использование тепловых насосов для подогрева воды в бассейнах/ Садовников А.А. // Сантехника – 2013. - №2.

3. Луканин, П.В., Технологические энергоносители предприятия (Низкотемпературные энергоносители): Учебное пособие/ГОУВПО СПбГГТУРП. – Санкт-Петербург, 2006 с. 47-48.

4. Филиппов, С.П. Перспективы применения тепловых насосов в России/ Филиппов С.П., Дильман М.Д., Ионов М.С. // Энергосовет – 2011. - № 5(18).

5. Васильев, Г.П. О тепловом ресурсе сточных вод и его использовании / Васильев Г.П., Закиров Д.Г., Абуев И.М., Горнов В.Ф. // Водоснабжение и канализация. – 2009.- № 7-8.

6. Садовников А.А. Использование тепловых насосов для подогрева воды в бассейнах/ Садовников А.А. // Сантехника – 2013. - №2.

7. Бриганти А. Тепловые насосы в жилых помещениях/ Бриганти А.// АВОК – 2001. - № 5.

УДК: 338.27

В.В. Шестакова, И.М. Кирпичникова

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ

THE ECONOMIC PROSPECTS OF USING THE ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

Аннотация. Данная работа представляет собой научное исследование по актуальной проблеме современного общества. Проблема энергосбережения и поиска альтернативных источников энергии является на сегодняшний день перспективной. Автомобиль в процессе его передвижения по искусственно созданной дорожной неровности рассматривается как первичный источник механической энергии. Искусственная неровность в момент давления колесами автомобиля на нее совершает колебательные движения. Выдвинув гипотезу о том, что эти колебания можно преобразовывать в электрические сигналы, автор разрабатывает схему их преобразования и накопления. Расчет экономической целесообразности использования данного устройства показал экономию электроэнергии и окупаемость устройства в короткие сроки.

Ключевые слова: генератор, аккумулялирование энергии, эффективность, окупаемость, экология.

Abstract. This work represents a scientific study on the topical problem of modern society. The problem of energy conservation and the search for alternative energy sources is perspective to date. The car during the process of its movement on artificial road roughness is regarded as the primary source of mechanical energy. Humps oscillates when the wheels of the car crushes on them. Having put forward the hypothesis that these fluctuations may be converted into electrical signals, the author develops a scheme of their transformation and accumulation. The calculation of the

economic feasibility of the use of this device showed the energy savings and payback of the device in a short time.

Keywords: generator, energy storage, efficiency, recoupment, ecology.

При посещении одного из торгово-развлекательных центров нашего города я обратила внимание, что практически постоянный поток машин движется к парковочным местам. В вечернее и ночное время вся территория парковки освещается огромным количеством ламп. Такой большой поток движущихся машин обладает значительным энергетическим потенциалом. Из посещения центра таким огромным количеством машин можно извлечь выгоду – использовать автомобиль в качестве альтернативного источника энергии. Колебания, возникающие при движении автомобиля, могут быть преобразованы в электрические сигналы, аккумулированная мощность которых может быть достаточной для обеспечения освещения парковки в ночное время. [1] Мы разработали устройство преобразования колебаний, возникающих при движении автомобиля, в электрическую энергию. При давлении на зубчатый рычаг устройства раскручивается шестерёнка, которая раскручивает магнит, затем механическое воздействие передаётся на генератор, преобразующий энергию в электрический сигнал по принципу электромагнитной индукции. После этого зубчатый рычаг под воздействием пружины возвращается в исходное положение и раскручивает второй генератор. Зная количество автомобилей, передвигающихся по подземной автопарковке, произведен расчет выработки электроэнергии созданным устройством.

Альтернативный источник энергии должен быть экономически эффективным. Произведен расчет затрат, необходимых при изготовлении данного устройства (47386 рублей). Эта сумма незначительна для любого объекта повышенной проходимости нашего города и страны в целом. Согласно расчетам устройство окупается через 3,8 лет. При использовании большого количества платформ срок окупаемости их заметно сокращается. Небольшой срок окупаемости искусственной дорожной неровности и выгода от экономии электроэнергии дает возможность получить экономический эффект от использования данного устройства, и, как следствие, способствует привлечению инвестиций для реализации инновационной идеи. Немаловажно качество освещения, низкий уровень которого может привести к снижению безопасности на объекте. [2] Я рассматриваю как альтернативу энергосберегающим лампам применение светодиодных ламп. [3] Преимущества светодиодных ламп освещения настолько очевидны, что вопрос перехода на них ведется в России уже на государственном уровне. [4] В данном устройстве используется необслуживаемая аккумуляторная батарея. [5] Утилизация аккумуляторных батарей – еще один экономический стимул. Заводы по утилизации, имеющие лицензию на право заниматься этим видом деятельности, располагаются в разных областях нашей страны и предлагают разные условия для сотрудничества. Утилизация - это трудоемкий, но оправданный процесс, благодаря которому снижается стоимость аккумуляторов, выходящих на базу сырья после вторичной переработки. К тому же пре-

дупреждается загрязнение окружающей среды от выброшенных старых аккумуляторов. Разработанное устройство исследовано на одном объекте. Использования подобных устройств как перспективно с точки зрения внедрения энергосберегающих технологий в рамках мегаполиса.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бут Д. А. Накопители энергии. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 400 с.
2. Девисилов В.А. Освещение и здоровье человека. Безопасность жизнедеятельности. - М.: ООО «Издательство «Новые технологии», 2003. – №7. Приложение, с.12–13.
3. Иванов Б.С. Человек и среда обитания: Учебное пособие, М.: МГИУ, - 1999.
4. Грабб М., Вролик К., Брэк Д. Киотский протокол: анализ и интерпретация [пер. с англ.]. - М.: Наука, 2001. - 303 с.
5. Лаврус В. С. Батарейки и аккумуляторы. - К.: Наука и техника, 1995. - 48 с.



ПРИГЛАШЕНИЕ НА ЕЖЕГОДНУЮ МЕЖДУНАРОДНУЮ КОНФЕРЕНЦИЮ «ЭФФЕКТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА – 2016»

В Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого в апреле 2016 года пройдет ежегодная конференция «ЭФФЕКТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА -2016».

Организаторами выступают **Инженерно-экономический институт** совместно с **Институтом энергетики и транспортных систем**.

За прошедшие годы Конференция стала признанным форумом, где обмениваются мнениями, высказываются острые суждения, ведется полемика по актуальным проблемам энергетики.

Ключевые темы: международное сотрудничество в области энергетики, индустриальный инжиниринг в энергетике, технологии «интеллектуальных» сетей, энергосбережение и энергоэффективность, экономика ЖКХ, распределенная энергетика.

Особое значение приобретает секция «Современные методы и технологии освоения нетрадиционных источников углеводородного сырья», организованная совместно со специалистами Центра исследования мировой нефтяной политики Института общественных наук Китайского нефтяного университета.

**ПРИГЛАШАЕМ ВАС ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В МЕРОПРИЯТИЯХ,
КОТОРЫЕ ПРОЙДУТ В РАМКАХ КОНФЕРЕНЦИИ В КАЧЕСТВЕ
УЧАСТНИКА ИЛИ СЛУШАТЕЛЯ!**

Полная информация об условиях участия в Конференции будет размещена на сайте: **www.fem.spbstu.ru/energy**.

ЭФФЕКТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА—2015

Материалы научно-практической конференции
с международным участием

21–22 мая 2015 года

Налоговая льгота — Общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, т. 2; 95 3004 — научная и производственная литература

Подписано в печать 05.10.2015. Формат 60×84/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 22,5. Тираж 100. Заказ 13494b.

Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного
Издательством Политехнического университета,
в Типографии Политехнического университета.
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.
Тел.: (812) 552-77-17; 550-40-14.