

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический

Направление подготовки 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника»

Кафедра Электрические сети и электротехника

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Реализация программы энергосбережения в ТПУ

УДК 620.9:658.018:378.662(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4B	Асан уулу Талгат		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директор РЦР ЭНИН	Ушаков В.Я.	д.т.н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф.менеджмента	Фигурко А. А.	к.э.н, Доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф.ЭБЖ	Дашковский А. Г.	к.т.н, Доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электрические сети и электротехника	Прохоров Антон Викторович	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ООП
ПО НАПРАВЛЕНИЮ 140400 – «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности, обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности.
P2	Свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения, способностью к активной социальной мобильности.
P3	Использовать на практике навыки и умения в организации научно-исследовательских и производственных работ, в управлении коллективом, использовать знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности.
P4	Использовать представление о методологических основах научного познания и творчества, роли научной информации в развитии науки, готовностью вести работу с привлечением современных информационных технологий, синтезировать и критически резюмировать информацию.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P5	Применять углубленные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в междисциплинарном контексте в инновационной инженерной деятельности в области электроэнергетики и электротехники.
P6	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа в области электроэнергетики и электротехники с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний, аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределенности.
P7	Выполнять инженерные проекты с применением оригинальных методов проектирования для достижения новых результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества электроэнергетического и электротехнического производства в условиях жестких экономических и экологических ограничений.
P8	Проводить инновационные инженерные исследования в области электроэнергетики и электротехники, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов.
P9	Проводить технико-экономическое обоснование проектных решений; выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда; определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса.
P10	Проводить монтажные, регулировочные, испытательные, наладочные работы электроэнергетического и электротехнического оборудования.
P11	Осваивать новое электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт.
P12	Разрабатывать рабочую <i>проектную и научно-техническую документацию</i> в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; организовывать метрологическое обеспечение электроэнергетического и электротехнического оборудования.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический
Направление подготовки 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника»
Кафедра Электрические сети и электротехника

УТВЕРЖДАЮ:
И.о.зав. кафедрой ЭСиЭ
_____ Прохоров А.В.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
5AM4B	Асан уулу Талгату

Тема работы:

Реализация программы энергосбережения в ТПУ	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 22.01.2016 г. № 274/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	<ul style="list-style-type: none">– Наименование объекта исследования.– Программа энергосбережения.– Энергетический паспорт ТПУ.– Данные потребления энергоресурсов ТПУ с 2010 по 2015 годы.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	<ul style="list-style-type: none">– Содержательное описание проблемы и обзор источников по теме.– Энергоресурсы потребляемые в ТПУ.– Анализ балансов и определение удельных расходов.– Анализ программы энергосбережения ТПУ.– Способы стимулирования энергосбережения.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	– Презентация в Power Point.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Фигурко Аркадий Альбертович
«Социальная ответственность»	Дашковский Анатолий Григорьевич
Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке	Галанова Ольга Александровна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	09.20.2016г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директор РЦР ЭНИН	Ушаков Василий Яковлевич	д.т.н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4B	Асан уулу Талгат		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5AM4B	Асан уулу Талгату

Институт	Энергетический	Кафедра	Электрические сети и электротехника
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника/ Энергосбережение и энергоэффективность

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

- | | |
|--|--|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов | |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования | |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

- | | |
|---|--|
| 1. Расчет экономического эффекта от реализации мероприятий по энергосбережению | |
| 2. Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок | |
| 3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности | |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- | |
|-----------------------------------|
| 1. Расчет экономического эффекта |
| 2. График Net Present Value |
| 3. График проведения и бюджет НИИ |

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. менеджмента	Фигурко А. А.	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4B	Асан уулу Талгат		

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация содержит пояснительную записку из 113 страниц, включающую следующие составляющие 45 рисунков, 21 таблицу, 38 источников и 1 приложение.

Объект исследования – Томский политехнический университет обладающий потенциалом повышения энергоэффективности.

Предмет исследования – реализация программы энергосбережения в ТПУ.

Цель исследования – разработка системного подхода к управлению эффективностью энергопотребления образовательными учреждениями на примере НИ ТПУ.

Для достижения поставленной цели предлагается решить следующие задачи:

1. Анализ эффективности энергопотребления в ТПУ до начала реализации программы.
2. Анализ программы энергосбережения в ТПУ.
3. Способы стимулирования реализации Программы энергосбережения.
4. Сопоставление удельных расходов энергоресурсов до и в процесс реализации Программы.

В результате исследования был проанализирован системный подход к формированию и управлению исполнением Программы энергосбережения ТПУ, который может быть рекомендован для реализации в других образовательных учреждениях.

Выпускная квалификационная работа выполнена при использовании программ Microsoft Word 2010, Microsoft Excel 2010, Microsoft PowerPoint 2010.

Обозначения и сокращения

НИ ТПУ – научно-исследовательский Томский политехнический университет;

ТЭР – топливно-энергетические ресурсы;

КПД – коэффициент полезного действия;

ИТП – индивидуальные тепловые пункты;

ЦТП – центральные тепловые пункты;

ЭВМ – электронная вычислительная машина;

ТП – трансформаторная подстанция;

РАН – российская академия наук;

РФ – Российская Федерация;

РЦР – региональный центр ресурсосбережения

т.у.т – тонна условного топлива

КЛЛ – компактная люминесцентная лампа

ЛН – лампа накаливания

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	14
1.1 Энергосбережение в образовательных учреждениях.....	14
1.2 Цели и задачи внедрения системы мер по повышению энергоэффективности и энергосбережения в образовательных учреждениях	15
1.3 Перечень систем ресурсо- и энергопотребления в образовательных учреждениях России	16
1.4 Основные технологические возможности энергосбережения в образовательных учреждениях.....	18
1.5 Характеристика ТПУ как объекта потребления энергии и энергетических ресурсов.....	29
2 АНАЛИЗ ПРОГРАММЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ТПУ	31
2.1 Влияние энергосберегающих мероприятий на потребление электрической энергии	31
2.2 Внутренние потребители электроэнергии и их энергоемкость	37
2.3 Электропотребление в учебных корпусах ТПУ	38
2.4 Электропотребление в студенческих общежитиях ТПУ	42
2.5 Влияние энергосберегающих мероприятий на потребление тепловой энергии	46
2.6. Потребление тепловой энергии учебными корпусами ТПУ	53
2.7 Потребление тепловой энергии общежитиями ТПУ	56
2.8 Влияние энергосберегающих мероприятий на потребление воды.....	59
3 СПОСОБЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.....	62
3.1 Цель пропаганды и популяризации энергосбережения	62

3.2 Стимулирование и формирование энергосберегающего поведения студентов.....	63
4 СОКРАЩЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В ТПУ КАК РЕЗУЛЬТАТ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ФОРМИРОВАНИЮ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.....	67
4.1 Сопоставление удельных расходов энергоресурсов до и в процесс реализации Программы энергосбережения.....	67
4.2 Системный подход к управлению эффективностью энергосберегающих программ в образовательных учреждениях	70
5 «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ».....	76
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ	89

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Общее состояние экономики, преодолевающей последствия резкого спада производства, требует принятия решительных мер по сокращению материальных и энергетических ресурсов на объектах федеральной собственности. В широком смысле слова ресурсы и энергосбережение главными направлениями современной технической политики России.

Энергосбережение на сегодняшний день по своему вкладу в развитие ТЭР имеет такое же значение, как и дальнейшее наращивание производства первичных энергоресурсов.

При этом следует иметь в виду, что энергосбережение – эквивалент чистого источника энергии, тогда как наращивание теплоэнергетического ресурса и использованием других источников энергии негативно отражается на окружающей среде; из этого следует, что требуются дополнительные затраты на предотвращение этого воздействия или ликвидации его последствий. В то же время следует отметить, что реализация мероприятий, обеспечивающих интенсификацию энергосбережения, имеет значительно более высокую рентабельность по сравнению с наращиванием производства энергоресурсов.

Учеными было установлено, что энергосбережения в объеме 1 млн. т.у.т. позволяет предотвратить выброс в атмосферу около 35 тысяч тонн вредных веществ. Таким образом, можно утверждать, что главным стратегическим направлением удовлетворения потребностей России в топливно-энергетических ресурсах, обеспечивающим одновременно снижение выбросов в атмосферу вредных газов и стабилизацию парникового эффекта, является энергосбережение.

Проблема энергосбережения затрагивает все структуры федеральной собственности, в частности, высшие учебные заведения, финансируемые из бюджета. Образовательные учреждения являются крупными потребителями

топливно-энергетических ресурсов, их содержание составляет значительную часть всех бюджетных расходов. В России была попытка повышения энергоэффективности в сфере образования еще в конце 90-х. В феврале в 1999 году Министерством образования РФ была одобрена программа «Энергосбережение Минобразования России на 1999 – 2005 годы». Этот документ приняли в связи с тем, что почти во всех образовательных учреждениях России был дефицит топливно-энергетических ресурсов и вследствие этого росла задолженность образовательных учреждений перед поставщиками ТЭР, из-за чего были нередки отключения от сетей электроснабжения. Первым шагом в реализации программы стало энергетическое обследование образовательных учреждений. Результаты энергетических обследований показали, что основными потребляемыми энергоносителями являются электрическая и тепловая энергия, причем доля потребления тепловой энергии в общем, составляет порядка 55-70%, а электрической энергии до 35% [1].

3 ноября 2009 года президент России Дмитрий Медведев подписал закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» №261-ФЗ от 23.11.2009 года. Закон направлен на решение важных задач по повышению энергоэффективности экономики, снижению энергоемкости, рациональному использованию природных ресурсов и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Начиная с 1 января 2010 года закон предписывал ежегодное снижение объемов, потребляемых бюджетными учреждениями воды, электрической и тепловой энергии от фактического объема потребления в 2009 году не менее чем на 3% [2].

Томский политехнический университет, являясь потребителем значительных объемов электрической и тепловой энергии, представляет собой множество внутренних объектов потребления, которые группируются

в отдельные составляющие: учебные корпуса, студенческие общежития и прочие.

Для снижения денежных затрат на водо-, электро- и теплопотребление и высвобождение бюджетных средств на нужды ВУЗа, в частности, на реконструкцию и капитальный ремонт зданий и инженерных коммуникаций в ТПУ приняты программу «Энергосбережение в ФГАОУ ВПО НИ ТПУ на 2010 – 2018 годы».

Целью программы является – эффективное использование энергетических ресурсов путем реализации трех основных мероприятий:

1. Организационных;
2. Правовых, экономических;
3. Научно-технических и технологических.

Задачи программы:

1. Сокращение расходов бюджета ФГАОУ ВПО НИ ТПУ;
2. Сокращение потерь энергоресурсов в инженерных сетях;
3. Повышение качества функционирования энергопотребляющих установок;
4. Повышение уровня теплозащиты зданий;
5. Создание системы приборного учета отпущенной и потребленной энергии и потерь энергоресурсов в инженерных сетях [3].

Реализация этих мероприятий будет рассмотрена в данной научно-исследовательской работе. Программа мероприятий энергосбережения должна способствовать сокращению энергоресурсов и финансовых затрат по обеспечению энергоснабжения ТПУ.

Объектом исследования является Томский политехнический университет, обладающий большим потенциалом повышения энергоэффективности.

Цель исследования – анализ системного подхода к управлению эффективностью энергопотребления образовательными учреждениями на примере НИ ТПУ с целью его дальнейшего совершенствования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Анализ эффективности энергопотребления в ТПУ до начала реализации программы.
2. Анализ программы энергосбережения в ТПУ.
3. Способы стимулирования реализации Программы энергосбережения.
4. Сопоставление удельных расходов энергоресурсов до и в процессе реализации Программы.

Методы исследования: при исследовании использовался накопленный мировой и российский опыт исследователей в области энергосбережения.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Энергосбережение в образовательных учреждениях

Образовательные учреждения являются крупными потребителями энергетических ресурсов, а решение вопроса энергоэффективности в них имеет большое значение.

Ключевой целью энергосбережения в образовательных учреждениях являются увеличение экономических показателей, сокращение нагрузки на бюджет через сокращение платежей за тепло и электроэнергию, улучшение производственного комфорта при одновременном сокращении расходов энергии на один рубль оказываемых услуг.

Энергосбережение в образовательных учреждениях состоит из трех видов мероприятий:

1. Мониторинг потребления энергетических ресурсов;
2. Повышение мотивации энергосберегающего поведения сотрудников и студентов вуза.
3. Реализация комплекса мероприятий по повышению эффективности потребления энергоносителей.

Чтобы работа энергосбережения в данном направлении проводилась эффективно, главное надо научить учащихся и персонал беречь и сохранять энергию. Возможность формирования энергосберегающего поведения в образовательных учреждениях связана с пониманием целей и задач энергосбережения, основных направлений рационального пользования природными, водными и топливно-энергетическими ресурсами. В образовательных учреждениях немаловажным фактором в энергосбережении является внедрение энергоэффективных технологий в системах отопления, освещения, холодного и горячего водоснабжения, кондиционирования и вентиляции [4], т.е. создания комфортной среды работы и обитания при минимальных затратах материально-финансовых средств.

1.2 Цели и задачи внедрения системы мер по повышению энергоэффективности и энергосбережения в образовательных учреждениях

В образовательных учреждениях внедрение энергоэффективности и энергосбережения имеет две актуальные и тесно связанные между собой цели:

1. Воспитание культуры энергосберегающего поведения у будущих специалистов-проводников технической политики в обществе.

2. Снижение энергопотребления в образовательных учреждениях.

Основными задачами энергосбережения в образовательных учреждениях является следующее:

1. Снижение финансовых затрат бюджетной сферы на потребленную электрическую и тепловую энергию за счет сокращения нерационального расходования ресурсов.

2. Прекращение безучетного потребления энергоресурсов организациями бюджетной сферы.

3. Повышение КПД действующих установок, вывод из эксплуатации борудования, не соответствующего современным требованиям.

4. Оптимизация систем теплоснабжения в образовательных учреждениях, снижение потерь энергоносителей в инженерных сетях.

5. Повышение теплозащиты каскада зданий.

6. Снижение негативного воздействия объектов вуза на окружающую среду.

7. Повышать уровень квалификации производственного персонала и культуру энергопотребления всеми участниками процесса подготовки кадров с высшим образованием.

8. Повышение качества предоставляемых услуг.

9. Снижение зависимости финансового положенич предприятия от стоимости потребляемых энергетических ресурсов.

Сэкономленные средства позволяют ушать материально-техническую базу образовательного учреждения, повышать оплату труда преподавателей, оказывать помощь малоимущим студентам.

1.3 Перечень систем ресурсо- и энергопотребления в образовательных учреждениях России

Знание этой системы позволяет осознанно подойти к выработке энергосберегающей культуры поведения и реализации возможностей энергосбережения.

Проведенные исследования показывают, что в образовательных учреждениях потребляют электрическую и тепловую энергию, горячую и холодную воду, также некоторые потребляют еще и различные виды топлива (дрова, природный газ, каменный уголь и др.). Топливо в основном потребляют котельные установки, а газ используют в пищеблоках и в некоторых типах лабораторных установок.

Системы электроснабжения. В образовательных учреждениях можно выделить пять групп потребителей: освещение 50-70%, потребители с электродвигателями 10-30%, различные нагревательные установки (электрические плиты, кипятильники и т.д.) которые потребляют 10-20% электроэнергии, ЭВМ до 10% и различные лабораторные стенды.

Система электроснабжения образовательных учреждений имеет трансформаторные подстанции (ТП) понижающие напряжение 10/6 кВ до 380/220 В, также электрические сети напряжением 10000, 6000 и 380 В и электроприемники. Почти все приемники электрической энергии питаются переменным током напряжением 220 или 380 В и частотой 50 Гц.

У большинства электроприемников режим работы – продолжительный, что наиболее характерно для систем освещения, компьютерной и оргтехники. Лабораторное оборудование работает незначительное время в течение года, но за счет большой мощности энергии потребляет много.

Системы теплоснабжения. Тепловая энергия в образовательных учреждениях используется для отопления, горячего водоснабжения, приточной вентиляции и отопительных завес. Организации - потребители тепловой энергии бывают трех видов:

1. С собственным котельной и питанием части корпусов со стороны.
2. С питанием со стороны.
3. С собственной котельной.

Для предприятий второго и третьего типа подвод тепловой энергии производится на тепловые пункты (абонентские вводы). Тепловые пункты бывают индивидуальные (ИТП), обслуживающие одно здание, и центральные (ЦТП), обслуживающие группу зданий.

В основном большинство образовательных учреждений не имеет приборов учета тепловой энергии, что требует обстоятельных инструментальных обследований и анализа.

В образовательных учреждениях можно выделить три вида использования тепла: на отопление 55-70 %, горячее водоснабжение 16-30 %, вентиляцию 10-25 %. Образовательные учреждения имеют три группы потребителей:

1. Учебные и лабораторные корпуса.
2. Общежития.
3. Субабоненты и прочие потребители (гаражи, мастерские, столовые и другие здания).

Системы топливоснабжения. В образовательных учреждениях могут использоваться большинство видов котельно-печного топлива (уголь, торф, дрова, мазут, печное бытовое или дизельное). Также используется природный газ для лабораторных установок и пищеблоков. Для всех теплоисточников и теплопотребляющих установок натуральные объемы топлива определяются по результатам расчетов потребности в тепле и затрат топлива на производство данных объемов в час и год.

Системы водоснабжения и водоотведения. Образовательные учреждения обеспечиваются холодной водой сетями предприятий водоснабжения. Воду расходуют на санитарно–гигиенические нужды, деятельность лабораторий, приготовление пищи и другие хозяйственные нужды.

Образовательные учреждения также осуществляют водоотведение (производственные, бытовые и ливневые стоки). Источники производственных стоков это котельное оборудование и лабораторные установки. Производственные стоки отводятся в систему городской канализации, а ливневые стоки в городской ливневый коллектор или в систему городской канализации.

Таким образом, образовательные учреждения обладают большим потенциалом для снижения энергозатрат во всех ключевых сферах:

- Энергоснабжение.
- Теплоснабжение.
- Топливоснабжение.
- Водоснабжение.

1.4 Основные технологические возможности энергосбережения в образовательных учреждениях

Одной из важнейших задач в образовательных учреждениях в области повышения энергоэффективности является внедрение новейших энергосберегающих технологий, а также замена устаревших оборудования на новое, которое позволит бережливо использовать энергоресурсы.

На сегодняшний день рынок энергосберегающих технологий может предложить самые разнообразные решения. В этом разделе рассмотрены наиболее популярные и оптимальные технологические возможности энергосбережения в образовательных учреждениях в системах:

- Освещения.

- Теплоснабжения.
- Холодного и горячего водоснабжения.

Энергосбережение в системах освещения. В сфере освещения на сегодняшний день наиболее популярными технологическими решениями являются различные виды энергоэффективных ламп:

- Люминесцентные.
- Галогеновые.
- Светодиодные.

Люминесцентная лампа (рис.1.1) – газоразрядный источник света, в котором электрический разряд в парах ртути создает ультрафиолетовое излучение. Световая отдача люминесцентной лампы в несколько раз больше, чем у ламп накаливания аналогичной мощности. Срок службы люминесцентных ламп может в 20 раз превышать срок службы ламп накаливания при условии обеспечения достаточного качества электроэнергии, балласта и соблюдения ограничений включений и выключений, то есть не больше 5 включений в день. Световая отдача люминесцентной лампы 60 – 100 лм/Вт [5].

Преимущества люминесцентной лампы:

- значительно большая светоотдача и разнообразие оттенков света, что важно для работы в помещениях;
- потребляют очень мало энергии (на 85% меньше чем лампы накаливания), при этом обладают длительным сроком службы.

Основным недостатком люминесцентных ламп являются повышенные требования со стороны экологических служб к их утилизации, поскольку они содержат ртуть)



Рисунок1.1 – Компактные люминесцентные лампы с цоколем E27 [5]

Галогеновые лампы (рис.1.2) – электрический ток, проходя через тело накала (через вольфрамовую спираль), нагревает его до высокой температуры, по этой причине лампы производят большее количество света. Ультрафиолетовое излучение при этом уменьшено, из-за чего риск выцветания освещаемых объектов сводится к нулю. Также в случае необходимости возможно изменять световой поток лампы.

Для повышения эффективности галогенной лампы на ее колбу наносится специальное покрытие, которое пропускает видимый диапазон света, но задерживает инфракрасное (тепловое) излучение и отражает его назад, к спирали. За счет этого уменьшается потери тепла и, как следствие, увеличивается эффективность лампы. У таких галогенных ламп, маркируемых как IRC–галогенные лампы (сокращение IRC «инфракрасное покрытие»), потребление электроэнергии снижается до 45%, а срок службы удваивается (по сравнению с обычной галогенной лампой). Световая отдача IRC-ламп 18–35 лм/Вт [6].



Рисунок1.2 – Галогеновая лампа с цоколем E27 [6]

Светодиодная лампа (рис. 1.3) – в качестве источника света используют сверхяркие светодиоды. Это лампа является экологически чистым источником света, поскольку не содержит ртути и наиболее перспективным на данный момент, во многом благодаря его энергоэффективности и другим достоинствам [7].

Преимущества светодиодных ламп:

- низкое энергопотребление (обеспечивает до 75% экономии электроэнергии);
- долгий срок службы – от 30 000 до 50 000 и более часов горения (при 8 часовой работе в день лампа прослужит 35 лет, что в 14–16 раз больше чем у большинства люминесцентных ламп и в 50–200 раз больше, чем у ламп накаливания);
- высокая механическая прочность (т.к. в лампах отсутствуют электроды и спирали, которые можно повредить);
- различные оттенки света, формы и мощности, что расширяет возможности использования ламп;



Рисунок 1.3 – Светодиодная лампа с цоколем E27 [7]

Пример применения энергосберегающих ламп. Произведем расчет эффективности компактной люминесцентной лампы по сравнению с лампой накаливания.

Возьмем лампу накаливания мощностью 75 Вт и компактную люминесцентную лампу 15 Вт. К примеру, каждая лампа будет включена 2

часа утром и 4 часа вечером (всего 6 часов в день). Стоимость электроэнергии примерно возьмем 4,76 рублей за 1 кВт.

Таблица 1.1 – Сравнение ЛН и КЛЛ

Наименование	Срок службы	Цена	Затраты на электроэнергию (время 8000 часов)
ЛН 75 Вт	1000 часов или 1000/6=166 дней	8 руб.	$0,06 \cdot 8000 \cdot 4,76 = 2\,284,8$ руб.
КЛЛ 15 Вт	8000 часов или 8000/6=1333 дня	75 руб.	$0,011 \cdot 8000 \cdot 4,76 = 418,88$ руб.

Так как в году в среднем 248 рабочих дней, то примерно за 5 лет ($1333/248=5,4$) используем 8 ЛН стоимостью $8 \cdot 8 = 64$ рублей или 1 КЛЛ стоимостью 75 рублей.

Затраты составят:

- для ЛН – $2\,284,8 + 64 = 2\,348,8$ руб. за 5,4 года (434,9 руб. в год);
- для КЛЛ – $418,88 + 75 = 493,88$ руб. за 5,4 года (91,45 руб. в год).

Расчет показал, что применение КЛЛ вместо ЛН принесет ежегодную экономию в 343,45 рубля.

Энергосбережение в системах отопления. Самыми популярными технологическими мерами по предотвращению тепловых потерь в образовательных учреждениях можно выделить следующие:

- Современные стеклопакеты – применяются для предотвращения теплопотерь через окна.
- Современные теплоизоляционные материалы – применяются для утепления стен зданий, полов, дверей, кровли.
- Использование тепловых завес на дверях и воротах больших размеров.
- Установка регуляторов на вводе здания.
- Модернизация обогревательных оборудования.

Применение современных стеклопакетов для предотвращения теплопотерь через окна. Современные энергосберегающие стекла – это, пожалуй, основная защита от потерь тепла. Специальное теплосберегающее

покрытие на стекле пропускает ультрафиолетовое излучение извне и удерживает тепло в помещении.

Энергосберегающие стеклопакеты обладают рядом неоспоримых преимуществ:

- улучшенная теплоизоляция у однокамерных стеклопакетов с энергосберегающим стеклом по сравнению с двухкамерными с обычным стеклом;
- при температуре -20°C за окном поддерживают $+20^{\circ}\text{C}$ в помещении, обеспечивая комфортный микроклимат для работы.

В основном выделяют три вида энергосберегающих стеклопакетов: стеклопакеты с нанесением селективного отражающего покрытия, энергоэффективные с пластиковыми профилями, газонаполненные стеклопакеты.

Энергосберегающие стеклопакеты устанавливают для снижения тепловых потерь через наружные ограждения и для устранения конденсата на внутренних поверхностях наружных ограждений.

Стеклопакеты с нанесением селективного отражающего покрытия получили название «низкоэмиссионные». Низкая излучательная способность этого стекла обеспечивается напыление на его поверхность полупроводниковых оксидов или цветных металлов, содержащих свободные электроны.

Излучательная способность стекла (эмиссия) это способность стеклянной поверхности отражать длинноволновое тепловое излучение. Способность излучения стекла определяет эмисситент поверхности (рис. 1.4).

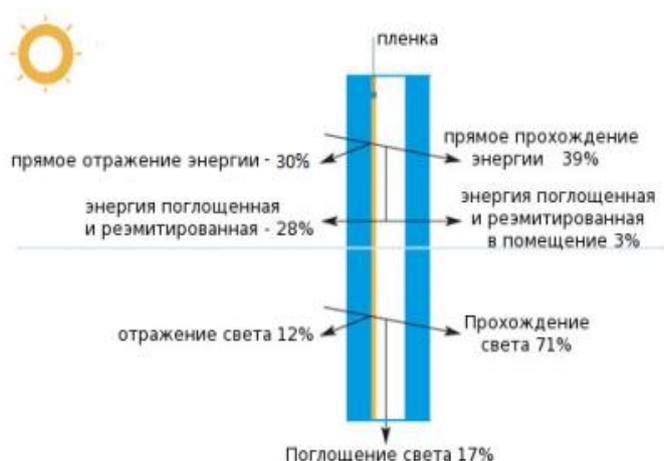


Рисунок 1.4 – Иллюстрация селективного отражения и пропускания излучения в видимом и инфракрасном диапазоне [8]

Широкие профили из пластика с большим количеством воздушных полостей являются наиболее эффективными (рис. 1.5), что и учитывают при выборе стеклопакетов.

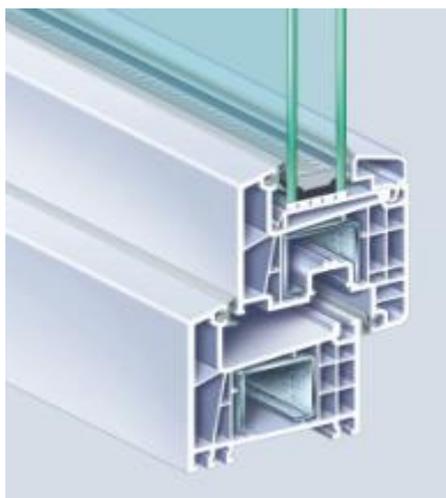


Рисунок 1.5 – Профиль однокамерного стеклопакета со стальными вкладышами [8]

Энергосберегающие стеклопакеты, в которых камеры заполнены инертными газами (криптон, аргон, ксенон), имеют вдвое более низкую теплоемкость по сравнению с воздухом. Соответственно теплоизоляция вдвое выше, так как чем больше теплоемкость, тем больше тепла требуется для его нагрева. За счет снижения теплопроводности и конвекции улучшаются теплозащитные свойства стеклопакета [8].

Применение современных теплоизоляционных материалов для утепления стен зданий, полов, дверей, кровли. Теплоизоляционные материалы делятся по своему назначению. Некоторые из них универсальные, другие оптимальны для теплоизоляции определенных поверхностей стен, кровли, пола и т.д. Также имеет значение состав материала. Наиболее распространенными на сегодняшний день являются такие материалы, как минераловатные, пенополистирольные и стекловаты.

- Энергосберегающие минераловатные материалы производят из каменного (доломит, известняк, базальт) или шлакового (шлаки цветной и черной металлургии) сырья. Преимущества: высокий уровень теплоизоляции, звукоизоляция, высокая механическая стойкость и прочность, не подвергается воздействию влаги, негорючесть материала. Материал оптимален для применения на внутренних стенах и на фасадах зданий. Часто применяют при строительстве зданий общественного пользования, детских садов, школ и жилых домов.

- Пенополистирольные плиты обладают высокой плотностью, низкой теплопроводностью и долговечностью. Такое сочетание материала делает его оптимальным для применения при создании различных конструкций. Полистирольные плиты являются широко применяемым теплоизоляционным материалом.

- Стекловата - волокнистый минеральный теплоизоляционный материал, разновидность минеральной ваты. Этот материал за счет своей мягкости и эластичности позволяет использовать материал для утепления зданий с неровными, сложными поверхностями. Преимущества: материал прочный, не подвергается старению, может эффективно применяться для потолков, стен, полов и перегородок. Это послужило причиной того, что стекловатная теплоизоляция в современном улучшенном ее исполнении, активно применяют в зданиях различного типа [9].

Для защиты утеплителя от осадков и усиления эффекта теплоизоляционного материала, рекомендуется применять ветровлагозащитные пленки.

Ветровлагозащитные пленки следует применять в случаях:

- малого сопротивления воздухопроницанию материалов наружной стены (пенобетон, пустотелый кирпич, и т.д.) и слабой устойчивостью против внешних воздействий.

Установка регуляторов на вводе в здание. Для регулирования и поддержания требуемой температуры рекомендуется применять в системах отопления регуляторы с датчиком температуры наружного воздуха. Это позволяет снизить расход тепловой энергии за счет ликвидации перетоков в переходный осенне-весенний период. Соответствующая программа регулятора может осуществлять понижение температуры воздуха в помещениях в ночные часы и выходные дни, которое наиболее актуальна для зданий бюджетной сферы.

Модернизация обогревательного оборудования. Энергосбережению в образовательных учреждениях способствует и обогревательное оборудование. Для этого требуется заменить старые чугунные батареи на современные биметаллические радиаторы (рис. 1.6), которые поддаются прочистке. Такие радиаторы изготавливаются из двух металлов, как правило, внутри это сталь и снаружи – алюминий [10].



Рисунок 1.6 – Биметаллический радиатор [10]

Преимущества биметаллических радиаторов:

- объединяют в себе преимущества стальных и алюминиевых радиаторов;
- имеют высокую энергоэффективность при передаче тепла;
- прочны и герметичны;
- высокая теплопроводность благодаря свойствам алюминия (в помещении воздух нагревает в 5 раз быстрее обычных батарей);
- долговечность (гарантия использования 15 лет).

Также сегодня популярны инфракрасные обогреватели. Такие обогреватели позволяют избежать нерационального распределения температуры и снизить расходы тепла. При этом не возникают избыточного нагрева воздуха. Инфракрасный обогреватель выравнивает температуру между полом и потолком, это позволяет в ряде случаев снизить тепловое потребление до 40% (рис. 1.7) [11].

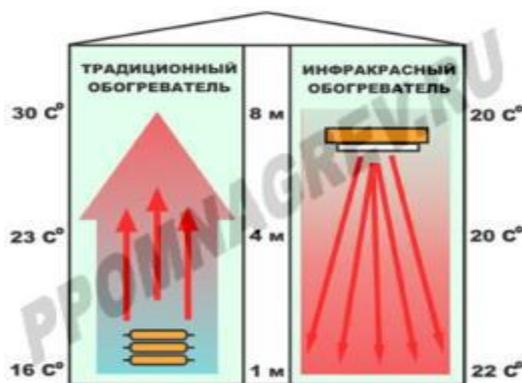


Рисунок 7 – Принцип работы традиционного и инфракрасного обогревателей [11]

Такое мероприятие позволяет выровнять температуру воздуха и снизить температуру воздуха в помещении, за счет прямого поглощения энергии от прибора человек будет ощущать комфортную температуру.

Инфракрасный обогреватель является единственным видом, позволяющим осуществлять зональный или точечный обогрев.

Устранение потерь в системах горячего и холодного водоснабжения. Наиболее распространенный метод борьбы с потерями энергии в области водоснабжения является использование смесителей,

предусматривающих автоматическое включение и отключение подачи воды к раковинам и мойкам, также термостатическое регулирование ее температуры.

Смеситель с фотоэлементом – бесконтактный смеситель сокращает потребление воды по сравнению с традиционным краном в 6 раз. В смесителе отсутствует вентиль, но когда к нему подносят руки, смеситель срабатывает. В корпусе помещен источник инфракрасного излучения и фотоэлемент, принимающий луч. При приближении рук к крану они попадают в поле зрения фотоэлемента и электронное устройство мгновенно реагирует и включает воду.

В образовательных учреждениях раковины и умывальники, как правило, ставятся по 2–4 прибора, что позволяет подключать к одному термостатическому клапану несколько приборов. Такие смесители можно внедрять в новые и в существующие системы внутреннего водопровода.

Для снижения потребления холодной и горячей воды также можно использовать аэраторы (рис.1.8). Аэраторы служат для смешивания воды с воздухом. Это небольшое приспособление, которое крепят на носик крана и ограничивают поток воды без снижения интенсивности струи. При использовании крана без аэратора расход воды достигает 15 литров в минуту, а с установкой аэратора расход воды можно сократить до 6 литров в минуту [12].



Рисунок 1.8 – Аэратор для крана [12]

Также к неоправданным потерям энергии относится поддержание температуры горячей воды в ночное время, когда она не используется. Установка циркуляционного насоса с реле времени позволяет отключить циркуляцию в системе горячего водоснабжения.

1.5 Характеристика ТПУ как объекта потребления энергии и энергетических ресурсов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет – это целый университетский городок. Учебный процесс, научно-исследовательская деятельность осуществляются в 29 учебных и лабораторных корпусах площадью свыше 200 000 квадратных метров, 14 студенческих общежитий (более 6 000 мест).

ТПУ имеет научно-техническую библиотеку, расположенную в отдельном здании, фонд которой превышает 2,7 миллиона книг, свыше 200 зон WiFi в корпусах вуза, около 10000 квадратных метров крытых спортивных сооружений, 550 мест в санатории-профилактории и центрах отдыха, около 1000 мест в университетских столовых и кафе, современные концертный, танцевальный залы и зал торжеств Международного культурного центра.

Учебно-научный процесс организован и ведется в рамках развитой структуры, состоящей из 11 научно-образовательных и учебных институтов, 97 кафедр, 65 научно-исследовательских лабораторий, в том числе 20 международных. На базе университета и учреждений РАН созданы и реализуют научно-образовательную деятельность 18 совместных кафедр и лабораторий, успешно действуют 12 центров коллективного пользования.

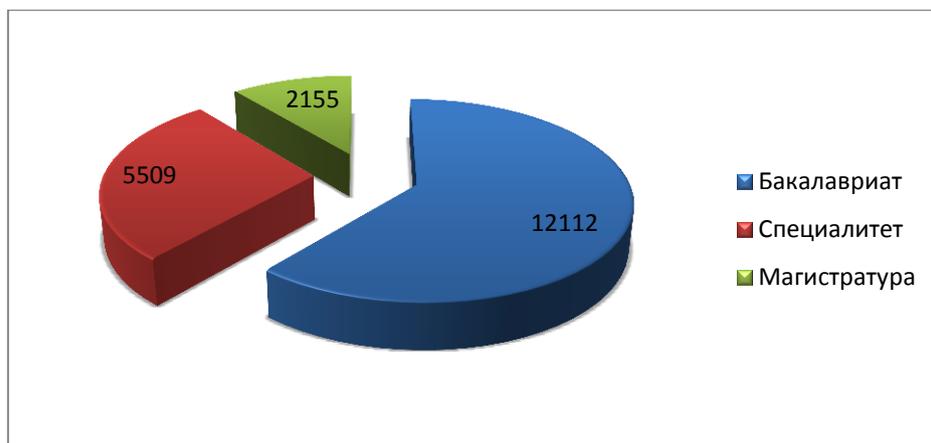


Рисунок 1.9 – Распределение студентов ТПУ по программам обучения.

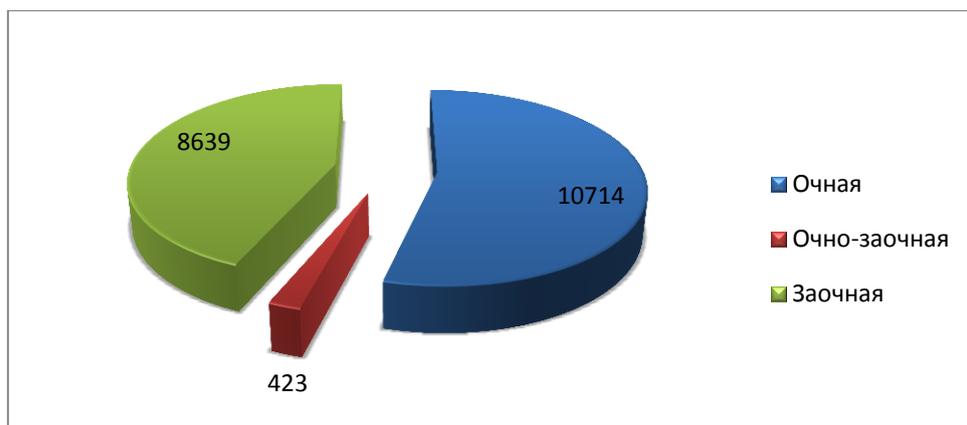


Рисунок 1.10 – Распределение студентов ТПУ по формам обучения

Вывод по первой главе

Анализ систем потребления энергоресурсов в образовательных учреждениях России (на примере НИ ТПУ) показал наиболее доступные и оптимальные технологические решения проблемы энергосбережения и повышения эффективности.

2 АНАЛИЗ ПРОГРАММЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ТПУ

2.1 Влияние энергосберегающих мероприятий на потребление электрической энергии

Электроснабжение объектов ТПУ осуществляется от Томских городских электрических сетей (ТГЭС) и от ОАО "Томскэнерго". Источниками электроснабжения являются подстанции Южная и Спутник напряжением 35/6 кВ и ряд ТП напряжением 6/0,4 кВ.

Питание зданий и сооружений осуществляется по сети 0,4 кВ кабельными линиями.

По надежности электроснабжения объекты ТПУ имеют следующие категории:

- учебные корпуса и НИИ - 2 категория,
- общежития - 3 категория,
- промышленная площадка поселок "Спутник" - 1 категория.

Сведения о трансформаторных подстанциях приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Сведения о трансформаторных подстанциях

Наименование ТП	Тип трансформатора	Количество трансформаторов	Суммарная уст. мощность ТП кВ·А	Напряжение, кВ
1	2	3	4	5
ТП 671-2	ТМ-560/6	1	560	6/0,4
ТП671-2а	ТМ-560/6	1	560	6/0,4
ТП671-5	ТМ-320/6	1	320	6/0,4
ТП671-7	ТМ-630/6	2	1260	6/0,4
ТП 671-8	ТМ-630/6	2	1260	6/0,4
ТП 671-12	ТМ-560/6	1	560	6/0,4
ТП 67 1-27	ТМ-560/6	1	560	6/0,4

Продолжение таблицы 2.1.

1	2	3	4	5
ТП 67 1-30	ТМ-400/6	1	400	6/0,4
ТП 67 1-40	ТМ-560/6 ТМ-630/6	1/1	560 630	6/0,4
ТП 67 1-52	ТМ-630/6 ТМ-320/6	1/1	630 320	6/0,4
ТП 67 1-54	ТМ-630/6	1	630	6/0,4
ТП 671-61	ТМ-630/6	2	630	6/0,4
Всего		21	10070	

На графике (рис. 2.1) показан годовой ход электропотребления за семилетний период 2008÷2015 годы. Как видно на графике, потребление электроэнергии университетом в 2015 году сократилось по сравнению с 2010 годом за счет энергосберегающих мероприятий на 1 954 728 кВт·ч или на 10,79 %.

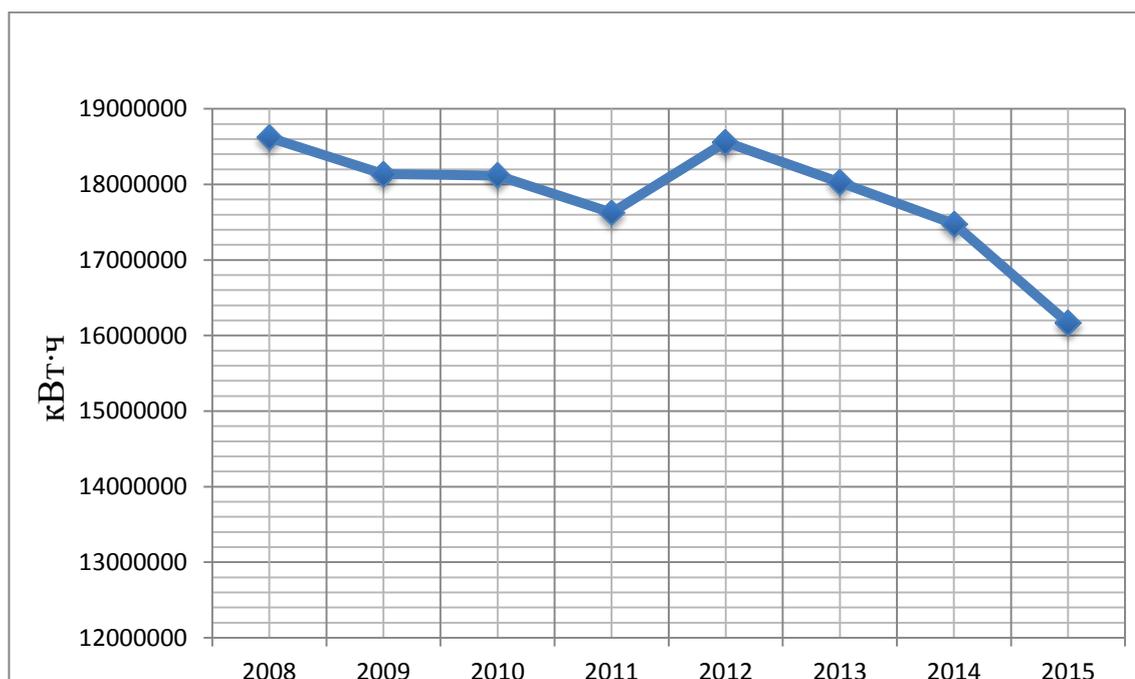


Рисунок 2.1 – Годовое потребление электрической энергии в ТПУ за 2008÷2015 годы (кВт·ч)

Внедрение АСКУЭ (рис. 2.2) обеспечило снижение электропотребление на 5–10 % за счет более рационального использования электроэнергии.

Приборы АСКУЭ установлены на всех вводных распределительных устройствах (ВРУ). Этот прибор позволяет сделать анализ параметров

режимов сети, находить и устранять причины сверхнормативных потерь электроэнергии и осуществлять обоснованное планирование потребления электроэнергии.

Кроме этого АСКУЭ позволяет обеспечить:

- единовременный и автоматический сбор и обработку параметров;
- точность и надежность учета электроэнергии и мощности;
- автоматическое составление балансов электроэнергии, и на их основе учет и анализ потерь электроэнергии;
- осуществление контроля эффективности мероприятий по энергосбережению.



Рисунок 2.2 – Установленный прибор учета АСКУЭ

Выявлено, что насосные агрегаты в ТПУ работали непрерывно в установленном режиме, причем даже ночью, когда водопотребление намного ниже, вследствие чего был перерасход электроэнергии приводными электродвигателями. За последние годы для экономии электроэнергии в общежитиях и учебных корпусах установили 23 единицы оборудования с частотным регулированием приводов насосов. Частотное регулирование позволяет управлять скоростью вращения электродвигателя насоса, понижая или повышая ее в зависимости от давления в трубопроводе. Этим и достигается экономия электроэнергии до 50%.

В корпусах университета с 2010 года проводят замену ламп накаливания (ЛН) на компактные люминесцентные лампы (КЛЛ), которые имеют в 8 – 10 раз больший срок службы и в 5 раз большую световую отдачу. Благодаря наличию резьбового цоколя интегрированные КЛЛ напрямую заменяют ЛН в существующих светильниках.

Применение люминесцентных светильников (рис. 2.3) с повышенным коэффициентом полезного действия (КПД) и низкими потерями мощности обеспечило существенное снижение потребления электроэнергии.



Рисунок 2.3 – Люминесцентные светильники

Экономия электроэнергии при замене ламп накаливания на люминесцентные лампы за 5 лет приведена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Экономия электроэнергии при замене ЛН на КЛЛ

№	Год	Установ. свет. ов, кВт	Суммарная Р, кВт	Замен. х свет. ов, кВт	Сумм-ая Р, кВт	Замен- х светил ьников, кВт	Сумм-я Р, кВт	Экономия мощно сти, кВт	Лет эконом ии	Рабочи х дней в зимних	Кол-во рабочих Зимой, ч	Рабочи х дней в летних	Кол-во рабочих летом, ч	Экономия в год, кВт·ч	Экономия за весь период, кВт·ч
1	2010	40	60	72	72	100	50	62	5	165	8	83	4	102424	512120
2	2011	40	60	72	72	100	50	62	4	165	8	83	4	102424	409696
3	2012	40	20	72	24	100	17	21	3	165	8	83	4	34692	104076
4	2013	40	40	72	48	100	33	41	2	165	8	83	4	67732	135464
5	2014	40	20	72	24	100	17	21	1	165	8	83	4	34692	34692
Итого за 5 лет														1196048	

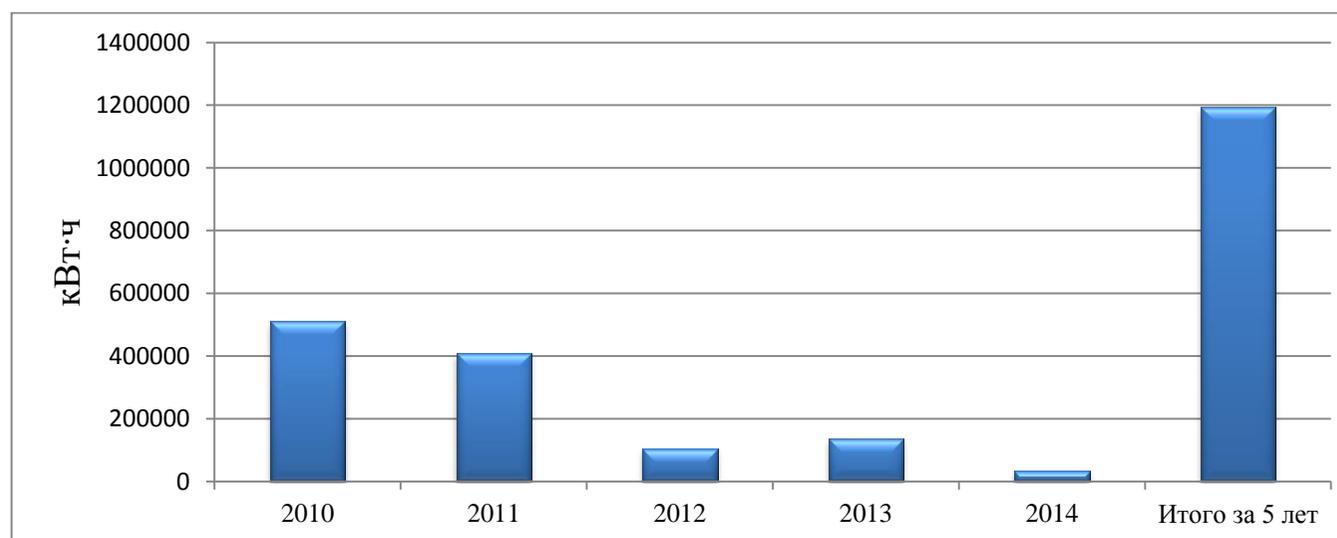


Рисунок 2.4 – Экономия электроэнергии при замене ЛН на КЛЛ

На графике (рис. 2.5) представлен годовой ход электропотребления по месяцам всеми объектами ТПУ в 2008÷2015 годах. Минимум потребления фиксируется во все годы в августе (каникулы и большая долгота светового дня). Из - за климатического расположения Томска, отличающаяся минусовой среднегодовой температурой. Максимум потребления приходится на – ноябрь, декабрь, январь и февраль – наиболее холодные месяцы года в данном регионе.

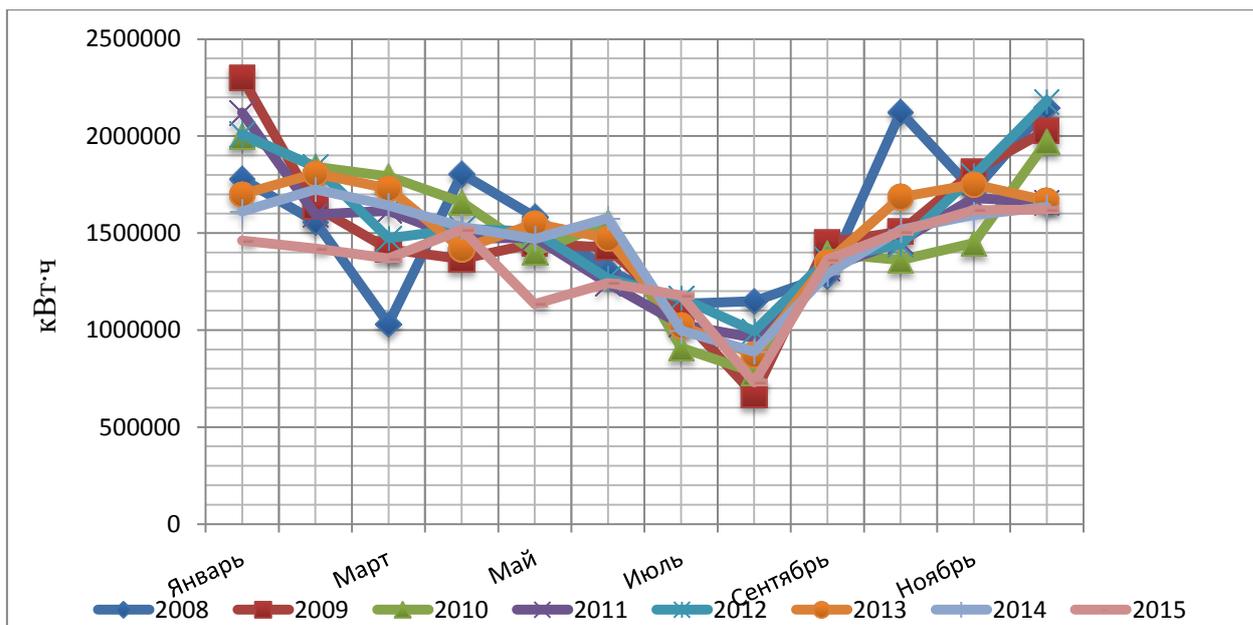


Рисунок 2.5 –Годовой ход электропотребления за 2008÷2015 г.г. (кВт·ч)

Электрическая энергия, как энергия более высокого уровня, отличается большим разнообразием целей и форм использования.

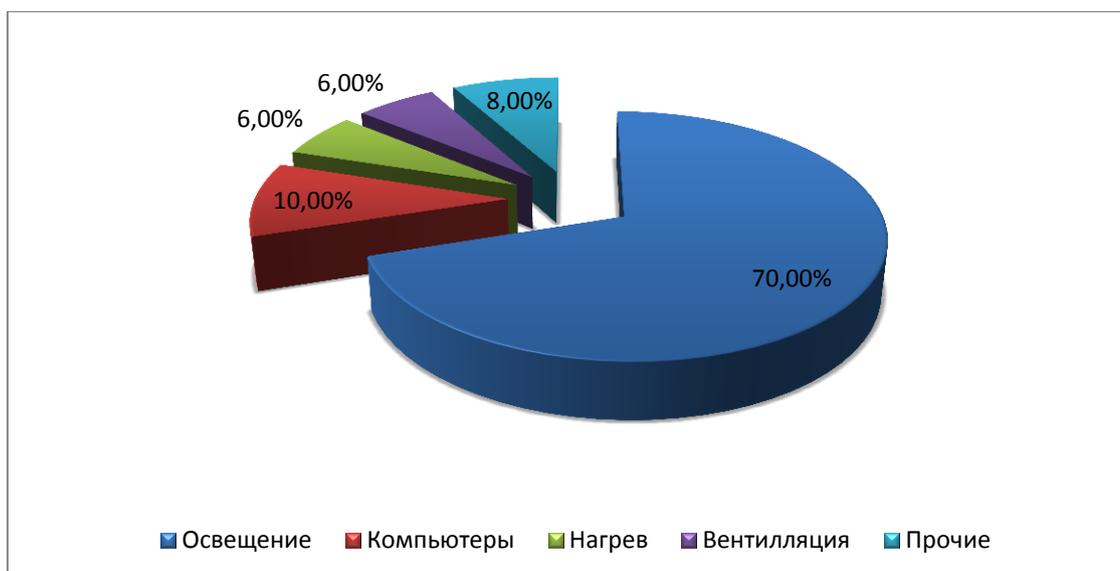


Рисунок 2.6 – Структура использования электрической энергии в ТПУ

Наибольший объем электропотребления в ТПУ (до 70%) приходится на освещение аудиторий, лабораторий, кабинетов, офисов, студенческих общежитий. Среди других направлений электропотребления – обеспечение вентиляции, нагрева (эл. плиты, кипятильники и другое), работы более 3000 компьютеров, сварочных аппаратов и прочих приборов и механизмов научно-производственно-хозяйственного назначения, рис. 2.6.

2.2 Внутренние потребители электроэнергии и их энергоемкость

Томский политехнический университет, являясь потребителем значительных объемов электроэнергии, представляет собой множество Внутренние объекты электропотребления ТПУ можно объединить в следующие группы: учебные корпуса, студенческие общежития, субабоненты и прочие потребители.

В 2015 году общее потребление электрической энергии в ТПУ составило 16 162487 кВт·ч/год, в том числе по учебным корпусам – 5 948629 кВт·ч/год (36,8 %), по общежитиям – 4 651059 кВт·ч/год (28,78 %), по субабонентам и прочим потребителям – 4 749017 – (34,41 %).

Основными потребителями электроэнергии являются учебные корпуса и студенческие общежития (рис. 2.7), в общем объеме составляющие 65,58 %. При включении в группу «субабоненты и прочие» потребителей, расположенных в корпусах и общежитиях и не относящихся к учебному процессу и научным исследовательским подразделениям, распределение объемов потребляемой электроэнергии между двумя группами выравнивается.

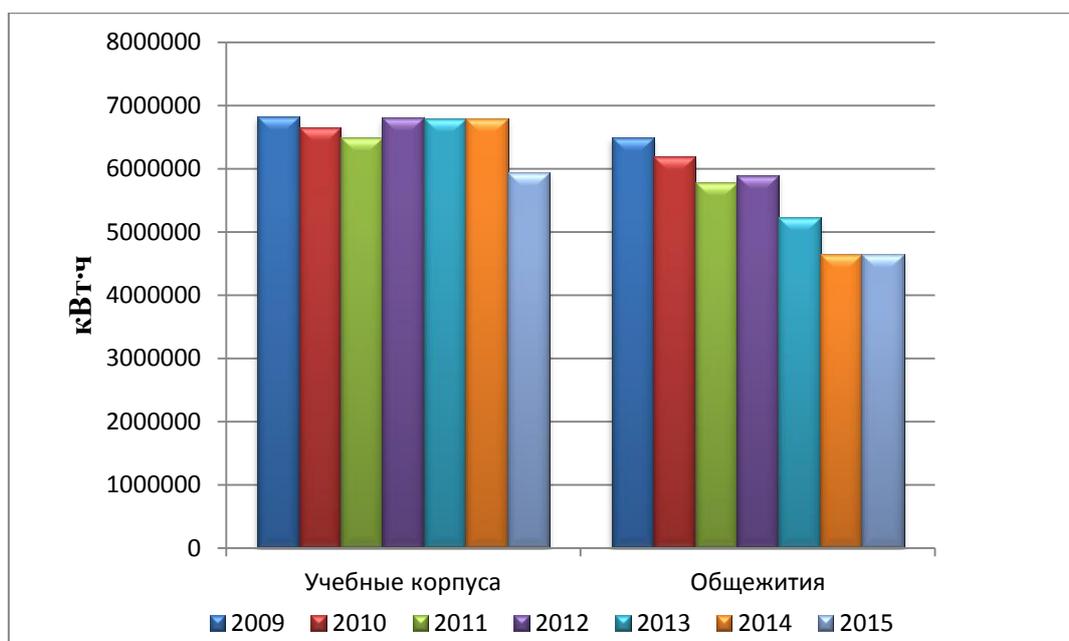


Рисунок 2.7 – Годовой объем потребленной электроэнергии 2009÷2015 годы по корпусам и студенческим общежитиям.

2.3 Электропотребление в учебных корпусах ТПУ

На диаграмме (рис. 2.8) представлено электропотребление учебными корпусами ТПУ. На диаграмме видно что, электропотребление в 2015 году составило минимум по сравнению с предыдущими годами. Максимум потребления фиксируется в 2009 году, разница электропотребления между 2009÷2015 годом составляет 741159 кВт·ч или 11,079 %.

В учебных корпусах ТПУ было введено секционное включение на щитах освещения, отключают осветительную нагрузку аудиторий, не включенных в данное время в расписание. За счет упорядоченного использования осветительных нагрузок удалось снизить расход электроэнергии в аудиториях и помещениях университета. Также замена ЛН на КЛЛ позволила существенно снизить электропотребление корпусами.

Снижение электропотребления является результатом реализации мероприятий по энергосбережению.

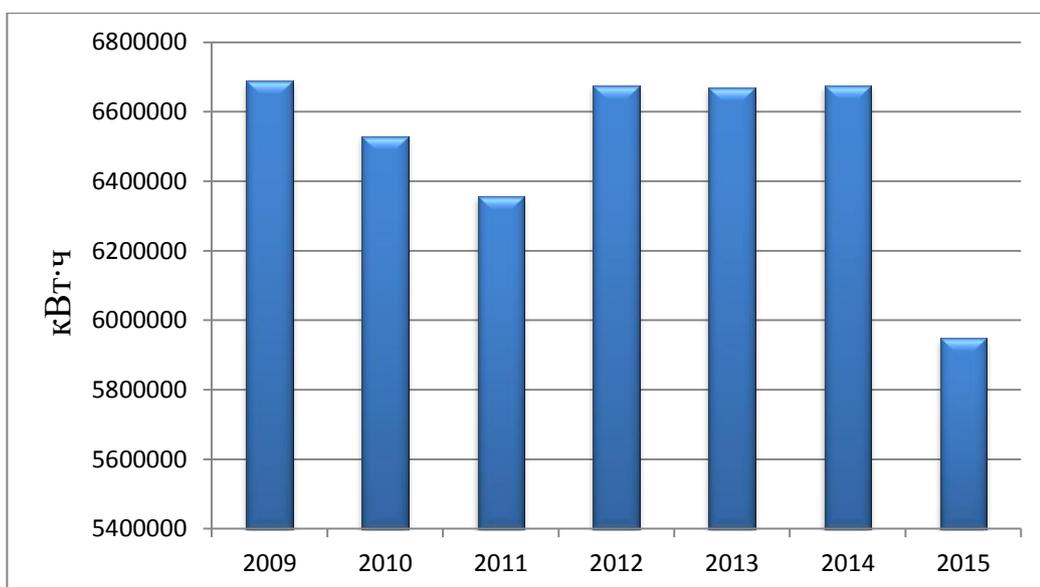


Рисунок 2.8 – Электропотребление (кВт·ч) корпусами ТПУ по годам

На диаграмме (рис. 2.9) приводятся сравнительные данные по отдельным корпусам в 2009÷2015 годах, наблюдается значительное снижение электропотребления во всех учебных корпусах ТПУ. Наиболее энергоемкими являются следующие учебные корпуса: главный корпус, №8, №10 и №19, так как в этих корпусах обеспечивается максимальная доля учебного процесса всего ТПУ. Минимум потребления фиксируется в учебных корпусах №6, №7, №12 и №15.

Потребление электроэнергии отдельными корпусами по месяцам года представлено в таблице 2.3. Максимум потребления фиксируется по отдельным корпусам в одном из 3-х месяцев года – декабрь, февраль, январь. Минимум потребления фиксируется в августе.

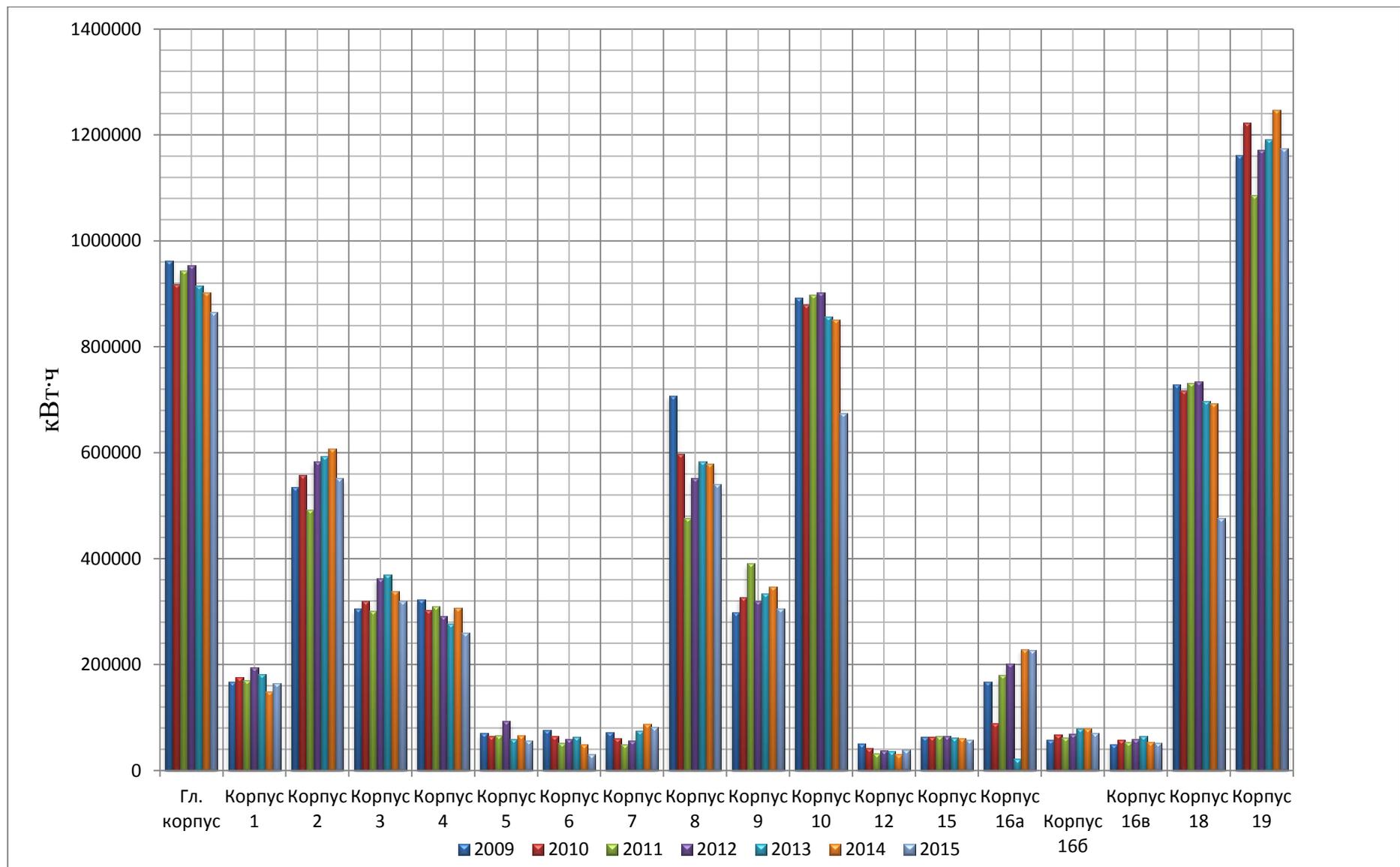


Рисунок 2.9 – Электропотребление в корпусах за 2009÷2015г. (кВт·ч)

Таблица 2.3 – Потребление электроэнергии корпусами по месяцам за 2015 год (кВт·ч)

Месяц	Гл. корпус	Корпус 1	Корпус 2	Корпус 3	Корпус 4	Корпус 6	Корпус 7	Корпус 8	Корпус 9	Корпус 10	Корпус 12	Корпус 15	Корпус 16 а,б,в	Корпус 18	Корпус 19
Декабрь	78 729	15 490	57 920	34 590	32 924	3 360	7 200	63 520	34 905	62 340	4 080	6 300	34 360	46 440	124 200
Ноябрь	75 990	15 205	62 190	34 500	31 978	3 320	7 720	59 880	35 545	60 420	4 095	6 240	32 800	50 760	111 240
Октябрь	71 670	14 040	51 360	33 350	26 815	2 920	7 720	53 920	29 722	51 360	3 495	5 040	31 080	44 640	99 600
Сентябрь	69 083	14 380	47 170	21 300	26 187	2 400	8 360	56 440	29 601	54 960	3 090	4 680	30 280	43 560	96 160
Август	66 058	7 905	22 780	10 500	9 831	1 720	3 240	27 800	8 571	19 680	3 270	1 080	18 244	27 720	65 040
Июль	63 672	12 305	37 160	16 320	19 224	2 340	6 920	38 420	10 921	51 120	2 730	3 540	25 916	31 440	96 520
Июнь	78 472	13 525	38 740	17 480	22 843	2 580	6 920	44 900	17 672	60 480	2 925	3 900	29 040	34 920	95 560
Май	60 360	15 435	46 680	33 320	19 108	2 000	6 000	39 060	20 288	51 660	2 310	4 140	23 400	30 120	83 972
Апрель	73 366	15 435	46 680	33 320	31 692	2 760	8 320	59 180	32 531	69 368	3 405	5 610	34 560	44 919	103 192
Март	75 186	13 920	40 677	23 831	32 921	2 600	7 240	49 440	30 851	67 735	3 300	5 789	32 640	42 340	120 922
Февраль	66 931	12 280	50 080	29 920	32 078	2 440	6 280	51 780	28 600	62 359	3 105	5 738	31 320	38 486	89 127
Январь	85 555	14 040	50 080	31 720	31 361	2 800	5 480	47 220	27 100	62 529	2 865	5 731	26 080	41 572	88 500
Итого	865 072	163 960	551 517	320 151	316 962	31 240	81 400	591 560	306 307	674 011	38 670	57 789	349 720	476 917	1 174 033

2.4 Электропотребление в студенческих общежитиях ТПУ

Электропотребление в студенческих общежитиях в 2009÷2015 годах представлено диаграммой рис.2.10, на которой фиксируется снижение объемов потребленной электроэнергии.

Санация общежитий (утепление и монтаж навесного фасада) в 2015 году, а также замена окон на энергоэффективные позволила снизить электропотребление в зимние месяцы, так как студенты перестали использовать нагревательные электроприборы. Замена ламп накаливания на люминесцентные также позволила существенно снизить потребление электроэнергии. Электропотребление общежитий в зимние месяцы представлено на диаграмме рис. 2.11.

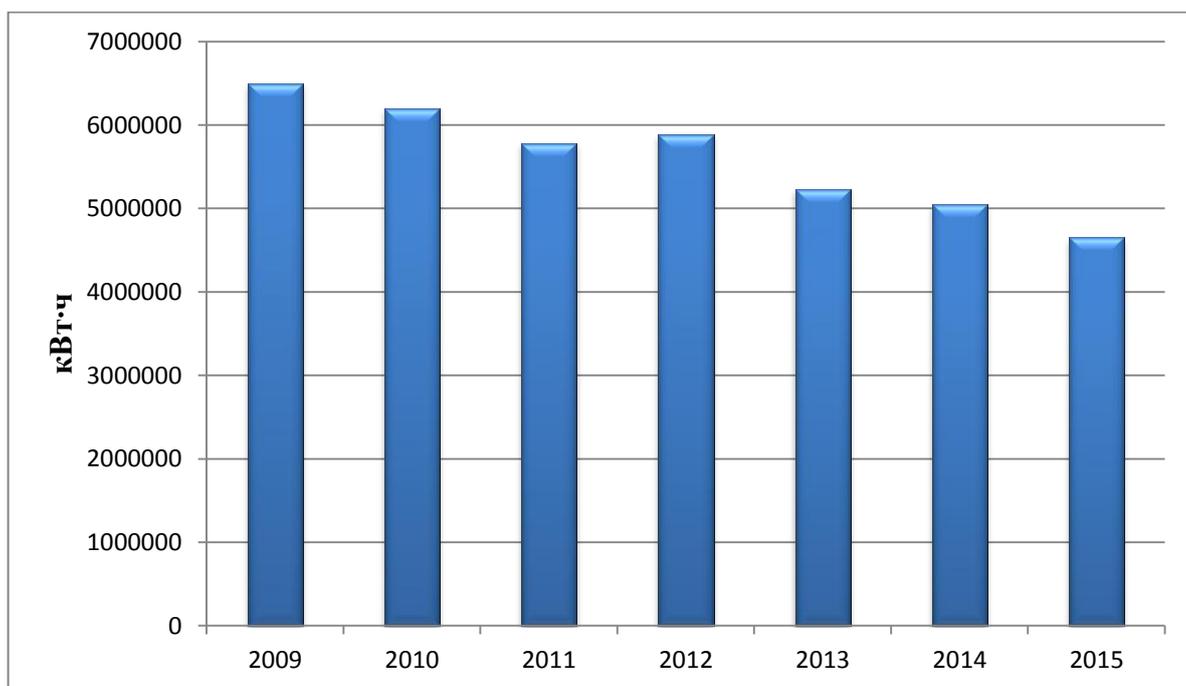


Рисунок 2.10 – Потребление электроэнергии в общежитиях за 2009÷2015гг. (кВт·ч)

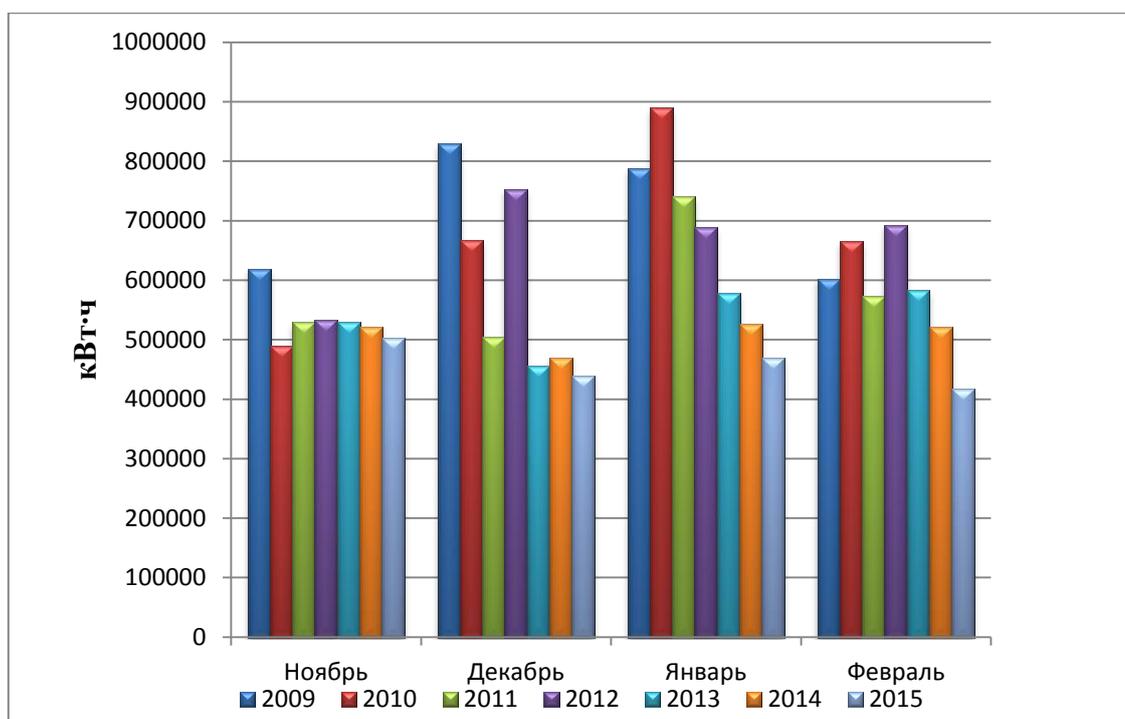


Рисунок 2.11 – Электропотребление общежитий в зимние месяцы 2009÷2015 годах

На диаграмме (рис. 2.12) приводятся сравнительные данные по отдельным общежитиям в 2009÷2015 годах, наблюдается значительное снижение электропотребления во всех общежитиях ТПУ. В результате анализа выделены общежития с максимальными и минимальными уровнями потребляемой электроэнергии. Среди общежитий с максимумом энергопотребления являются общежития по улице Вершинина 46, 48, 39-а и Усова 21/2, так как эти общежития по площади больше остальных. Общежития с минимумом потребляемой электроэнергии – по улице Пирогова 18-а, Вершинина 3 и Усова 13-а. Для всех общежитий месяцами минимального потребления электроэнергии являются июль и август, так как студенты уезжают на каникулы.

Потребление электроэнергии общежитиями по месяцам года представлено таблицей 2.4. Максимум потребления общежитиями фиксируется в одном из 3-х месяцев года – декабрь, февраль, январь. Минимум потребления фиксируется в июле и августе месяца.

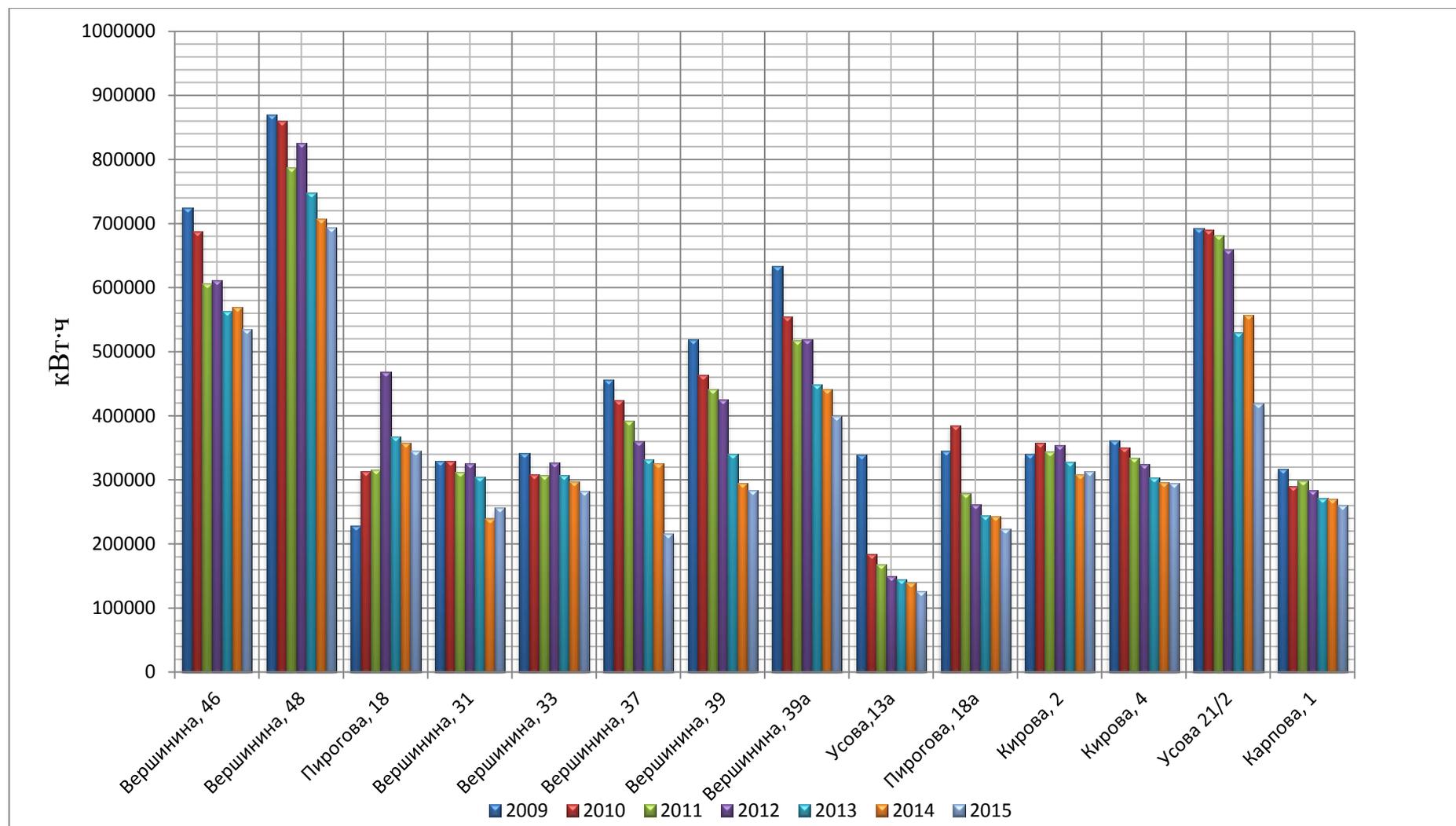


Рисунок 2.12 – Потребление электроэнергии в общежитиях за 2009÷2015г. (кВт·ч)

Таблица 2.4 – Потребление электроэнергии общежитиями по месяцам за 2015 год (кВт·ч)

Месяц	Вершины на, 46	Вершины на, 48	Пирого ва, 18	Вершины на, 31	Вершины на, 33	Вершины на, 37	Вершины на, 39	Вершины на, 39а	Усова,1 3а	Пирого ва, 18а	Киро ва, 2	Киро ва, 4	Усо ва 21/2
Декабрь	55 656	60 499	36 000	24 880	25 040		26 280	37 100	13 840	24 120	38 360	32 640	41 180
Ноябрь	65 380	88 899	36 060	26 280	28 000		34 480	55 150	14 280	25 240	32 000	30 880	41 555
Октябрь	53 780	81 300	33 750	26 680	27 200	10 580	28 000	36 700	11 380	20 720	26 840	27 440	32 903
Сентябрь	39 234	61 510	30 660	23 760	26 320	21 160	27 280	34 050	11 660	19 120	24 520	25 840	30 556
Август	3 675	15 260	12 720	2 504	8 388	2 148	9 240	11 005	3 620	1 188	5 000	1 792	12 804
Июль	36 081	41 670	21 030	18 576	19 332	23 292	15 400	21 645	5 440	15 412	24 120	20 448	28 713
Июнь	40 090	46 300	27 240	20 640	21 480	25 880	21 720	24 050	9 760	17 080	26 800	22 720	31 547
Май	28 100	39 120	23 880	17 440	17 560	20 280	18 840	26 450	7 920	14 040	18 760	18 720	37 269
Апрель	49 300	60 710	36 030	26 080	26 520	30 840	27 960	40 500	12 420	20 720	30 080	28 320	40 314
Март	51 310	62 760	32 400	24 320	26 160	28 400	26 000	39 650	12 520	21 280	28 560	29 440	40 593
Февраль	54 730	62 920	26 820	21 720	25 800	25 760	22 720	33 550	10 260	20 600	28 800	25 600	38 113
Январь	57 890	72 800	28 500	24 120	30 760	27 520	25 600	40 050	13 340	24 440	28 920	31 280	43 314
Итого	535 226	693 748	345 090	257 000	282 560	215860	283 520	399 900	126 440	223 960	312 760	295 120	418 861

2.5 Влияние энергосберегающих мероприятий на потребление тепловой энергии

В университете теплоснабжение осуществляется отопительными и вентиляционными системами, сетями горячего водоснабжения. Другого теплоснабжающего оборудования нет.

Для г. Томска, расположенного в Западной Сибири, согласно справочных данных, среднегодовая температура наружного воздуха составляет $-0,6$ °С. Отопительный сезон начинается и заканчивается при среднесуточной температуре наружного воздуха $+10$ °С. Продолжительность отопительного периода по справочным многолетним данным составляет 234 суток. Средняя температура наружного воздуха за отопительный период $-8,8$ °С. ТПУ является потребителем тепловой энергии (отопление, горячее водоснабжение) от централизованного источника – энергоснабжающей организации «ТомскРТС».

По данным энергоаудита (рис. 2.13, 2.14) ТПУ было выяснено, что основными источниками потерь тепловой энергии являются:

- повышенные теплотери через ограждающие конструкции зданий (стены, окна);
- материальный износ внутренних инженерных сетей (отопление, водоснабжение).



Рисунок 2.13– Материальный износ инженерных сетей ТПУ



Рисунок 2.14 – Структура распределения тепловых потерь на объектах университета (через ограждающие конструкции)

В большинстве помещений учебных корпусов и зданий приборы отопления старой конструкции (чугунные радиаторы) заменены на новые (рис. 2.15) с улучшенной теплоотдачей. С 2010 года в университете заменили 10 тысяч метров трубопровода отопления и водоснабжения, установили 4 000 отопительных приборов, завершили капитальный ремонт отопления в учебных корпусах №2 и 3, заменили 3,5 тысячи деревянных окон на современные пластиковые.

В вузе часть тепловых узлов не были оборудованы приборами учета расхода теплоносителя, потребление тепловой энергии оценивалось при помощи приборов коммерческого учета.

Для теплосбережения был организован технический учет расхода тепловой энергии во всех учебных корпусах и общежитиях, также модернизированы приборы для включения в систему диспетчеризации. Это позволило непрерывно отслеживать расход тепловой энергии во всех корпусах.

Экономический эффект достигается следующими мероприятиями:

- осуществляется контроль за тепловым и гидравлическим режимом работы системы теплоснабжения;
- обеспечивается постоянный контроль за использованием тепловой энергии.

Внедрение приборов учета и регистрация потребления тепловой энергии позволили за счет рационального использования сократить потребление тепловой энергии в среднем на 5-10%; годовая экономия составила около 3200 Гкал.

В большинстве помещений учебных корпусов и зданий отопительные приборы были закрыты декоративными решетками, что приводило к уменьшению эффективности теплоотдачи от отопительных приборов в помещения. В данное время увеличили отверстия в декоративных решетках для увеличения теплоотдачи в помещения. Данное мероприятие позволяет повысить эффективность теплоотдачи отопительных приборов, что позволило сэкономить до 10% тепла на обогрев помещений.



Рисунок 2.15 – Новые трубопроводы отопления и водоснабжения

Анализ потребления тепловой энергии (таблица 2.5) показывает, что по сравнению с 2010 годом потребление тепловой энергии в 2015 году сократилось на 38,62 %.

Таблица 2.5. Потребление тепла и сетевой воды объектами ТПУ

Год	Теплоэнергия		Сетевая вода		Сумма без НДС
	Гкал	Руб.	Гкал	Руб.	
2010	62 538,07	47 295 361,65	188 597,55	1 282 463,34	48 577 824,90
2011	41 583,54	35 292 961,92	156 670,18	9 158 045,14	44 451 007,06
2012	45 416,88	40 289 563,97	159 294,27	9 757 043,76	49 945 958,51
2013	41 731,42	40 516 212,16	153 217,46	10 270 652,03	50 776 508,23
2014	42 376,28	44 541 387,02	140 734,00	10 078 445,00	54 631 054,64
2015	38 385,00	43 846 696,92	136 408,00	10 705 309,00	54 552 005,92

На диаграмме (рис.2.16) представлено суммарное потребление тепловой энергии и сетевой воды в ТПУ по годам.

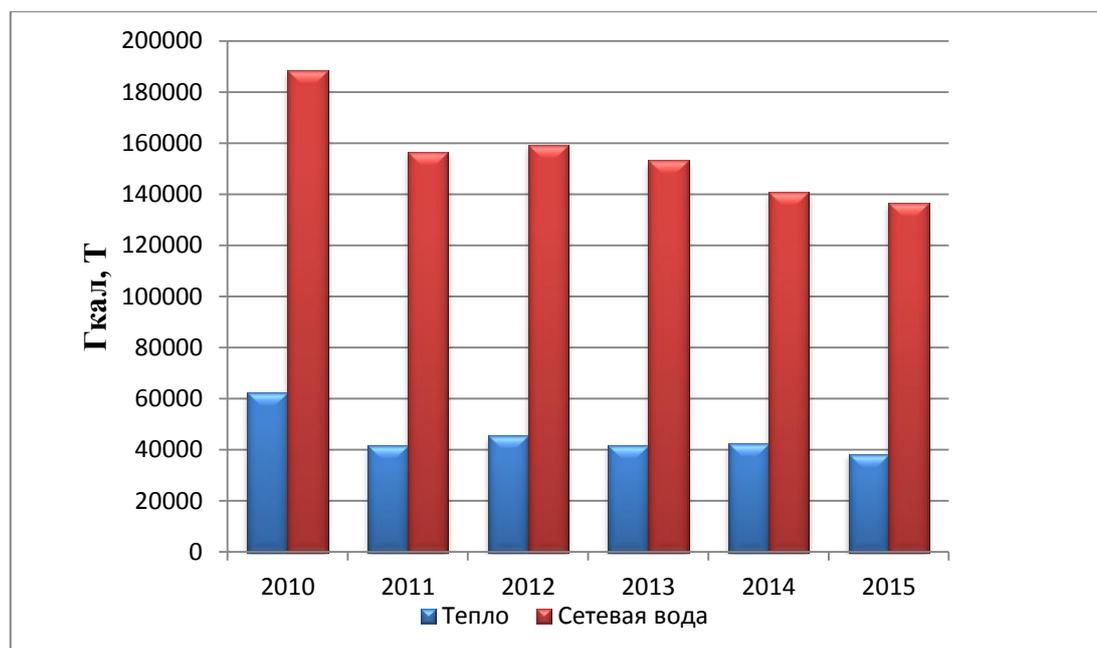


Рисунок 2.16 – Потребление тепла и сетевой воды в ТПУ по годам

Из графика видно, что потребление тепла и сетевая вода составило минимум по сравнению с предыдущими годами. Это является результатом выполнения выше указанных мероприятий по экономии тепла в университете.

В таблице 2.6 приведены технические характеристики объектов ТПУ – потребителей тепловой энергии. Среди них учебные корпуса, студенческие общежития, жилые дома и прочие.

Таблица 2.6 – Технические характеристики объектов ТПУ

№ п/п	Наименование, адрес, перечень объектов м ³	Стр. объем м ³	Уд.тепловая хар-ка	Расчетная макс. нагрузка, Гкал/ч				Объем отоп. системы м ³	Макс. расход сет.воды, м ³ /ч	Водоразбор м ³ /ч	Кол-во жильцов (зак. дог.)
				Отоп.	Вент.	ГВС	Суммарная				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Основной договор 1001104 ФГАОУ ВО «НИ ТПУ»											
1	Главный корпус	77 788	0,33	1,4744	0,245	0,0105	1,7299	28,75	21,6238	0,173	0
2	1 корпус	18 818	0,33	0,3517	0	0,0062	0,3579	6,86	4,4738	0,103	0
3	1 корпус (жилая)	11 363	0,33	0,2025	0	0,0186	0,2211	3,95	2,7638	0,31	0
4	2 корпус	54 507	0,33	1,0275	0,1717	0,0119	1,2111	20,04	15,1388	0,196	0
5	2 корпус (жилая)	54 507	0,33	0,3421	0	0,0384	0,3805	6,67	4,7563	0,64	0
6	3 корпус	33 607	0,33	0,6238	0	0,005	0,6288	12,16	7,86	0,083	250
7	3 корпус (жилая)	5 934	0,33	0,1057	0	0,0108	0,1165	2,06	1,4563	0,18	0
8	4 корпус	30 907	0,33	0,5803	0	0,0077	0,588	11,32	7,35	0,127	0
9	4 корпус (жилая)	1 532	0,33	0,0273	0	0,0066	0,0339	0,53	0,4238	0,11	0
10	5 корпус	5 134	0,35	0,1	0	0,0024	0,1024	1,95	1,28	0,04	0
11	6 корпус	6 744	0,35	0,1329	0	0,0017	0,1346	2,59	1,6825	0,029	0
12	7 корпус	7 237	0,35	0,1409	0	0,002	0,1429	2,75	1,7863	0,033	0
13	8 корпус	76 042	0,33	1,4242	0	0,0438	1,468	27,77	18,35	0,722	0
14	9 корпус	31 382	0,33	0,5847	0	0,0024	0,5871	11,4	7,3338	0,0403	0
15	10 корпус	64 004	0,33	1,2065	0	0,1352	1,3417	23,53	16,7713	2,2533	0
16	11 корпус	91 003	0,33	1,7011	0,2316	0,0137	1,9464	33,17	24,33	0,226	0
17	12 корпус	4 965	0,39	0,1076	0	0,0017	0,1093	2,1	1,3663	0,029	0

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18	13 корпус лаборатория	2 084	039	0,0454	0	0,0006	0,046	0	0,575	0,01	0
19	14 корпус	4 635	0,39	0,101	0	0,0007	0,1017	1,97	1,2713	0,011	0
20	15 корпус	8 963	0,35	0,1759	0	0,0062	0,1821	3,43	2,2763	0,102	0
21	16 корпус	39 959	0,33	0,7464	0	0,0854	0,8318	14,55	10,3975	1,4233	0
22	18 корпус	49 590	0,33	0,9231	0	0	0,9231	18	11,5388	0	0
23	19 корпус УЛК	68 018	0,33	1,2743	0	0,0396	1,3139	24,85	16,4238	0,66	0
24	21 корпус	3 814	0,43	0,095	0	0,025	0,12	1,85	1,5	0	0
25	Вершинина, 31	14 810	0,37	0,2938	0	0,1204	0,4142	0	5,1775	1,8060	401
26	Вершинина, 33	14 290	0,37	0,0143	0	0,0007	0,015	0,28	0,1875	0,012	345
27	Вершинина, 37	20 042	0,37	0,4065	0	0,2601	0,6666	7,93	8,3325	4,73	453
28	Вершинина, 39	18 074	0,37	0,4234	0	0,117	0,5404	8,26	6,755	1,755	505
29	Вершинина, 39/А	20 067	0,37	0,4009	0	0,185	0,5859	7,82	7,3238	2,775	550
30	Вершинина, 46	31 189	0,36	0,669	0	0,3668	1,0358	13,05	12,9475	5,502	970
31	Вершинина, 48	35 004	0,35	0,6629	0	0,3304	0,9933	12,93	12,4163	4,956	1010
32	Кирова, 4	20 692	0,28	0,3129	0	0,1776	0,4905	6,1	6,1313	2,96	341
33	Ленина, 45	23 035	0,28	0,3483	0	0,1348	0,4831	6,79	6,0388	2,022	341
34	Пирогова, 18	20 977	0,37	0,4191	0	0,151	0,5701	0	7,1263	2,265	521

Продолжение таблицы 2.6

35	Пирогова, 18/А	12 479	0,38	0,2549	0	0,1144	0,3693	4,97	4,6163	1,716	313
36	Усова, 13/А	12 954	0,3	0,2099	0	0,072	0,2819	4,09	3,5238	1,08	205
37	Усова, 21/2	25 527	0,37	0,522	0	0,1059	0,6279	0	7,8488	1,765	416
38	Аркадия Иванова, 8	17 246	0,37	0,3446	0,046	0,185	0,5756	0	7,195	0	189
39	Вершинина, 46 (буфет)	313	0,36	0,669	0	0,3668	1,0358	13,05	12,9475	5,502	0

2.6. Потребление тепловой энергии учебными корпусами ТПУ

Анализ потребления тепловой энергии (рис. 2.17, 2.19) в учебных корпусах университета показывает, что за счет реализации мероприятий по энергосбережению потребление по сравнению с 2010 годом снизилось на 6747 Гкал или на 29,76 %.

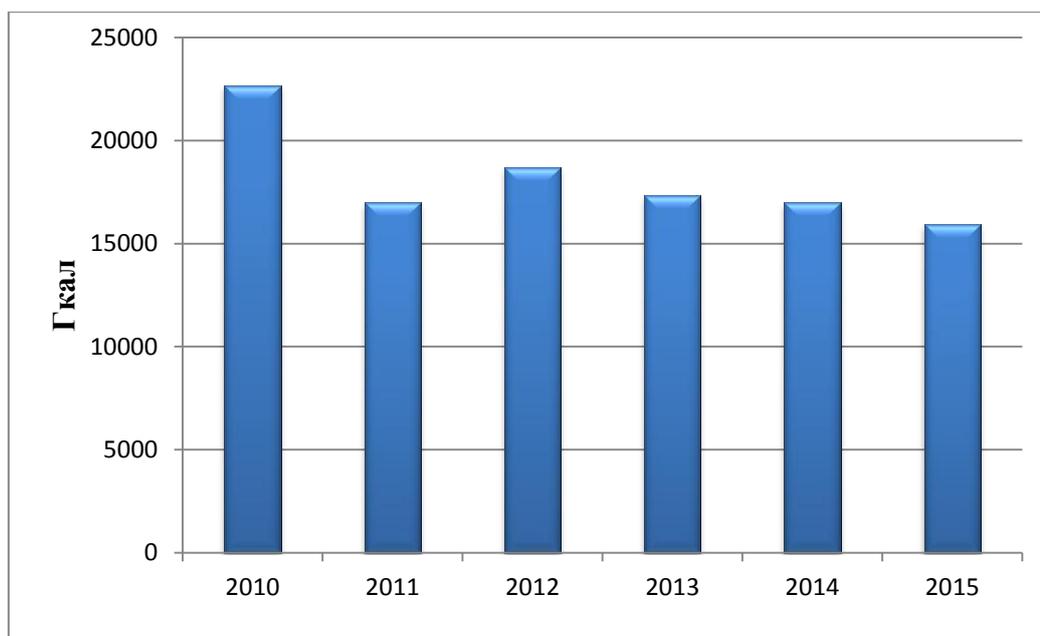


Рисунок 2.17 – Потребление тепла учебными корпусами ТПУ по годам

Для снижения потребления большую часть учебных корпусов университета (65 %) оснастили автоматизированными системами теплоснабжения, рис 2.18. Датчики, расположенные на улице, сообщают системе о температуре «за окном», и она автоматически регулирует температуру внутри здания. Также в учебных корпусах в отопительный период после 18 часов в рабочие дни, а так же в, выходные и праздничные дни снижают отопительно-вентиляционную нагрузку до достижения температуры внутри помещений не ниже +14°C. Расчетная температура в помещении в обычном режиме работы системы отопления составляет + 18°C. Регулирование тепловой нагрузки осуществляется на тепловом пункте.



Рисунок 2.18 – Автоматизация систем теплоснабжения учебных корпусов

Проведенные расчеты показали, что снижение отопительно-вентиляционной нагрузки в ночное время, выходные и праздничные дни до достижения температуры внутри помещений $+14^{\circ}\text{C}$ по сравнению с нормативным расходом тепла (расчетная температура в помещении 18°C) при фактических условиях в течение всего отопительного периода (236 суток или 5 664 часов) составляет $\sim 10\%$ от суммарного потребления тепловой энергии здания. Это организационное мероприятие позволяет сэкономить в среднем 2200 Гкал в год.

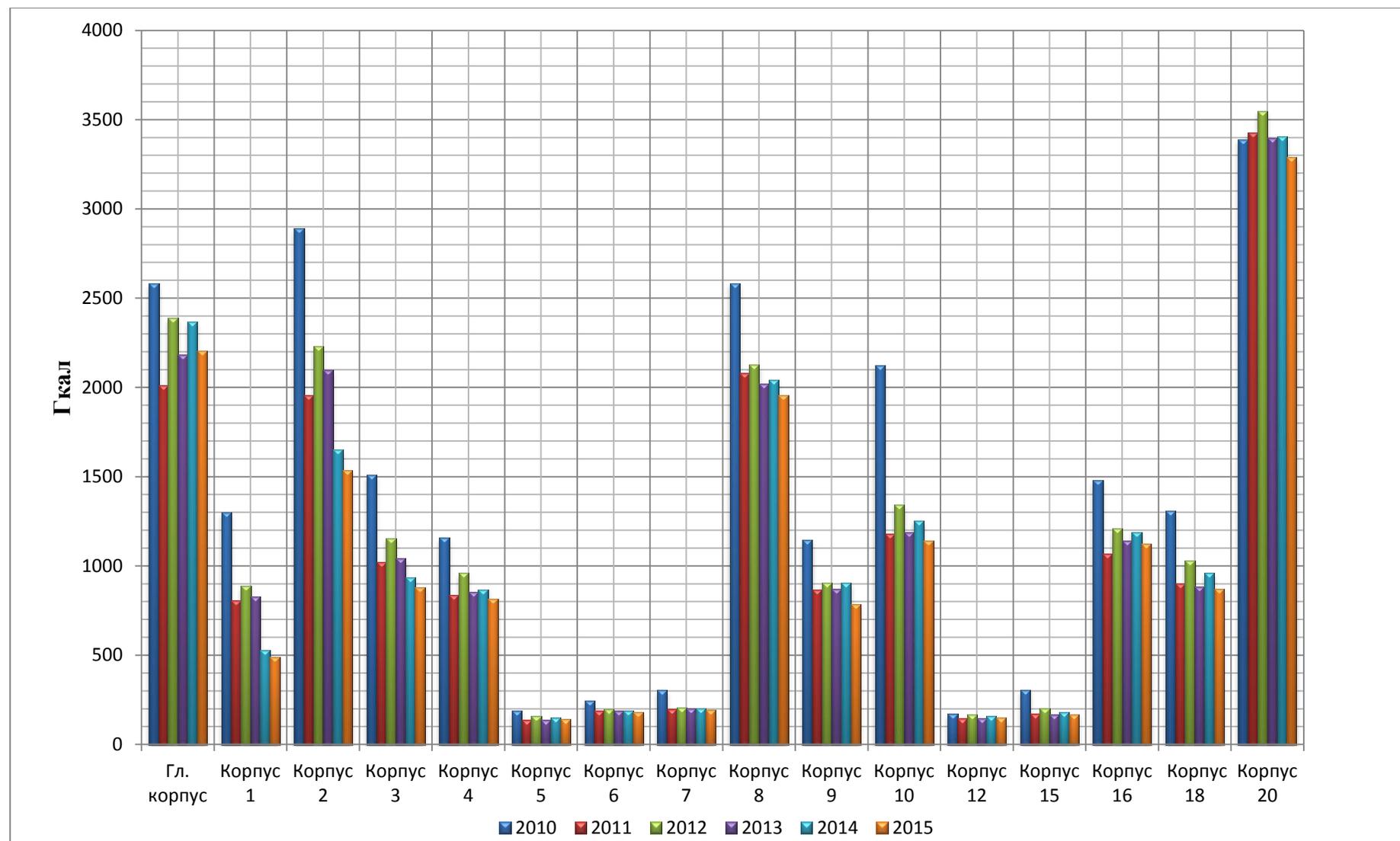


Рисунок 2.19 – Потребление тепловой энергии в корпусах ТПУ за 2010÷2015г. (Гкал)

2.7 Потребление тепловой энергии общежитиями ТПУ

Для экономии тепла в общежитиях проведен капитальный ремонт инженерных коммуникаций и установлены пластиковые окна. Заменены отопительные приборы устаревшей конструкции на новые с улучшенной теплоотдачей.

С 2015 года проводят санацию всех общежитий (утепление и монтаж навесного фасада), это позволяет повысить уровень теплозащиты зданий и продлить срок их службы. Санация общежитий в дальнейшем позволит на 15-20% сократить теплопотребление.



Рисунок 2.20 – Санация общежитий ТПУ

Ощутимый эффект экономии тепла в системах теплоснабжения общежитий был достигнут за счет автоматизации систем теплопотребления общежитий на 100 %. Автоматизация позволяет существенно улучшить снабжение теплом, то есть тепловая энергия подается потребителю в соответствии его потребностью, обеспечивая таким образом, необходимый комфорт. Автоматизация систем теплопотребления общежитий и учебных корпусов позволило за 5 лет сэкономить 20 161,79 Гкал.

Из графиков (рис. 2.21, 2.22) видно, что тепловое потребление составило минимум по сравнению с предыдущими годами. По сравнению с 2010 годом в 2015 году потребление сократилось на 53,75 %.

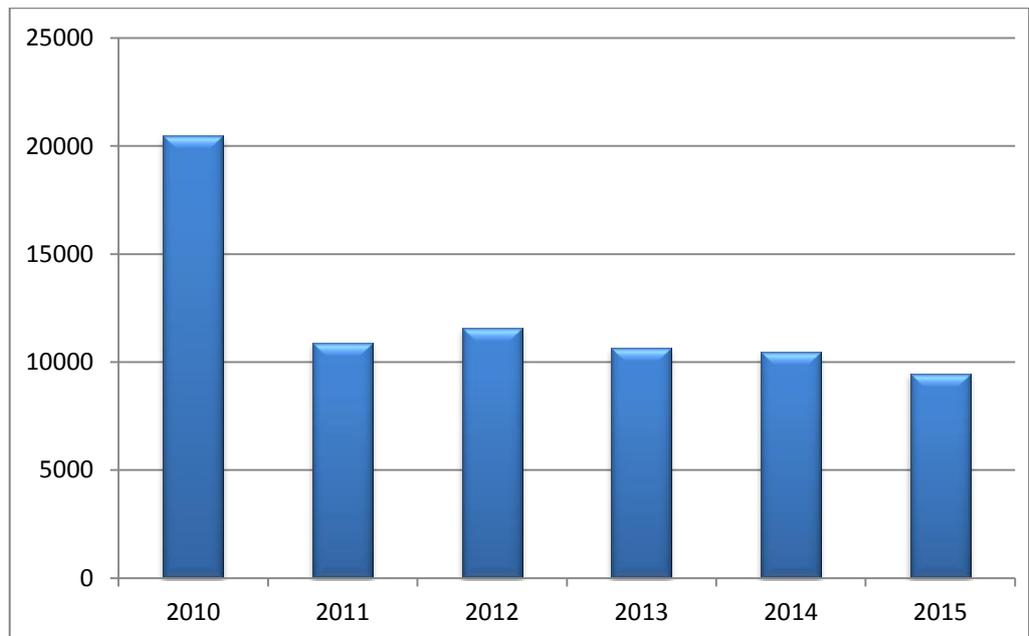


Рисунок 2.21 – Потребление тепла (Гкал) общежитиями ТПУ за 2010÷2015г.

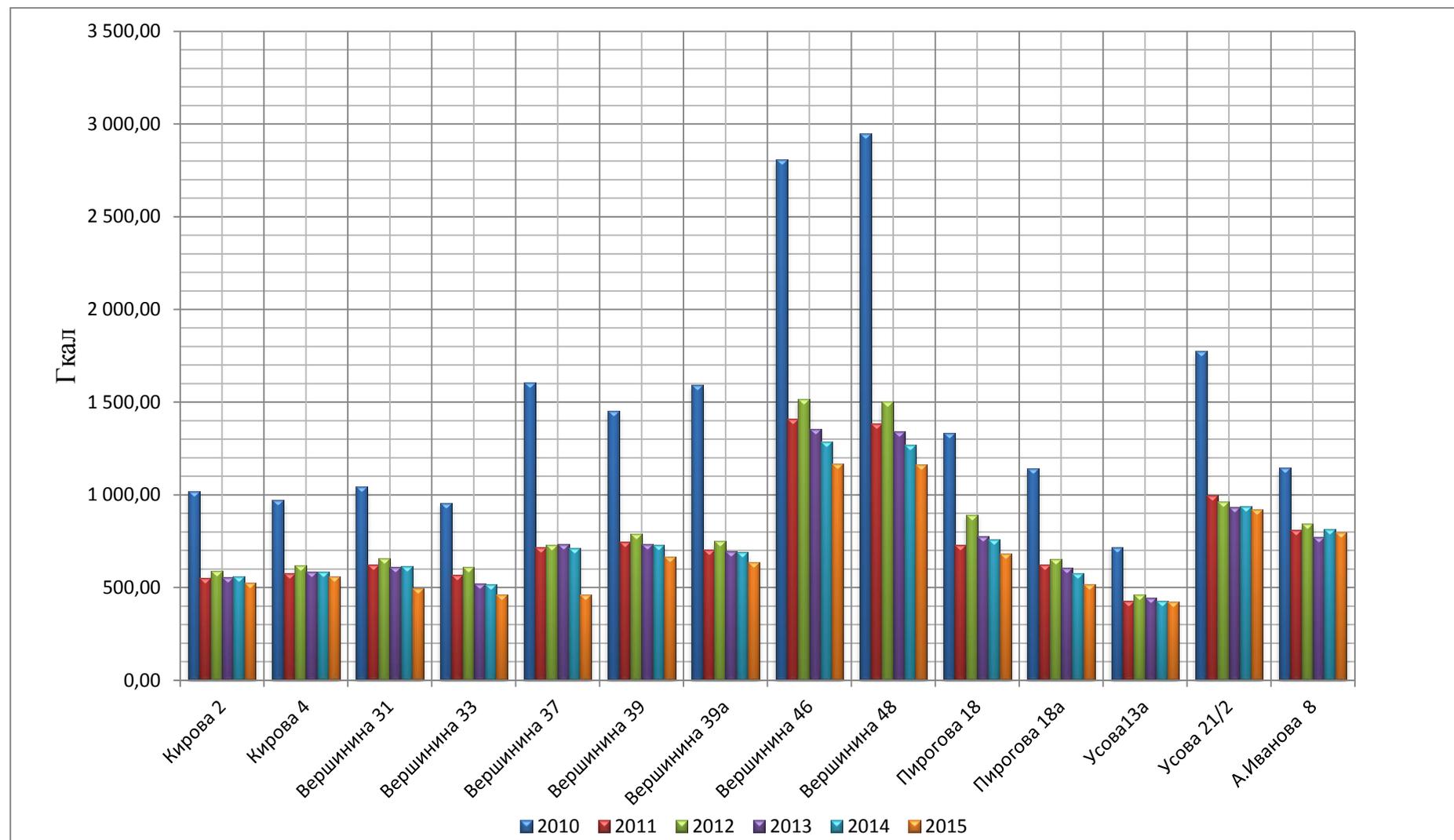


Рисунок 2.22 – Потребление тепловой энергии общежитий ТПУ за 2010÷2015г. (Гкал)

2.8 Влияние энергосберегающих мероприятий на потребление воды

По данным, приведенным в таблице 2.7, потребление холодной воды объектами ТПУ в 2015г. достигло величины 352 377,51 м³ стоимостью 11 300 721,67 рублей. По сравнению с 2010 годом потребление холодной воды сократилось на 12,38% или 49 811,31 м³. Водоотвод (стоки и очистка) в 2015 году также снизился по сравнению с 2010 годом на 17,64%.

Таблица 2.7 – Водопотребление и водоотвод в ТПУ

Годы	Вода м ³	Стоки м ³	Сумма руб.
2010	402 188,82	631 494,03	17 016 933,89
2011	392602,11	586996,37	18 496047,98
2012	385976,77	579689,55	19 476485,54
2013	370883,1	556183,03	20 705452,8
2014	360871,88	534505,17	21 456368,17
2015	352377,51	520119,51	22 663050,69

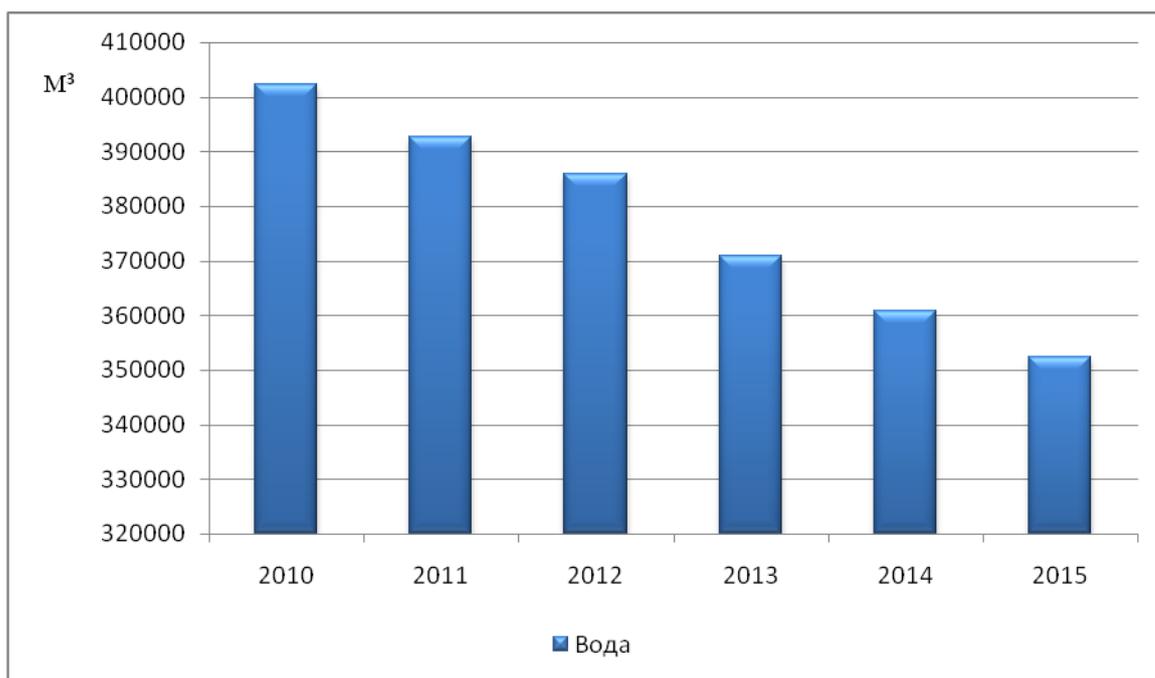


Рисунок 2.23 – Потребление воды с 2010 ÷ 2015 годы (м³)

Для экономии холодной воды в общежитиях и учебных корпусах установлены 23 единицы оборудования с частотным регулированием приводов насосов воды.

Частотный регулятор приводов насоса позволяет более рационально и эффективно управлять насосом – с помощью преобразователя на двигатель

подается необходимое количество энергии для создания и поддержания необходимого уровня давления в трубопроводе. Это также позволяет экономить электроэнергию до 50%, а если учесть, что в течение срока службы двигатель (насос) расходует электроэнергии на сумму, намного превосходящую себестоимость, то этот показатель является актуальным [14].

Рассмотрим описанные выше методы регулирования давления в насосной системе более подробно.

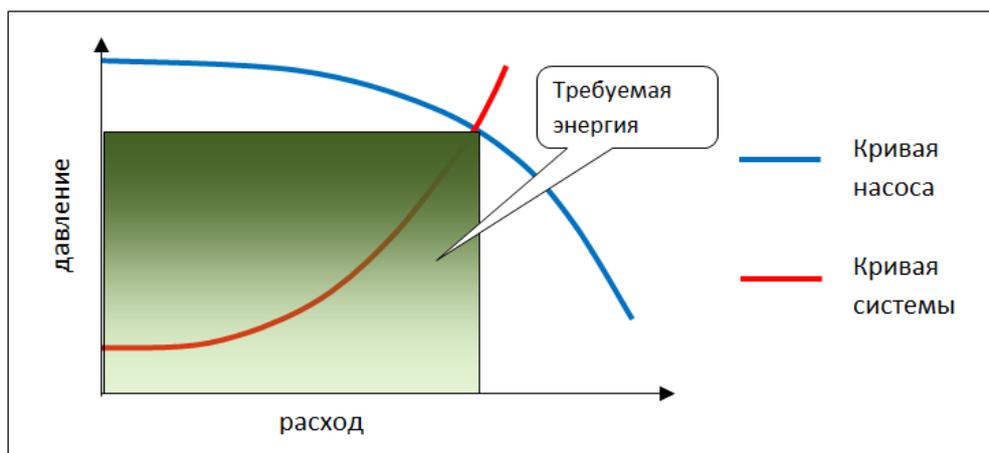


Рисунок 2.24 – Необходимая мощность насоса [14]

Мощность насоса всегда рассчитывают по уровню максимального потребления, то есть с определенным запасом. На рисунке 2.24 показана типовая схема вычисления необходимой мощности насоса. Кривая насоса (голубая линия) это – часть системы водоснабжения, которая отражает зависимость давления нагнетания от величины расхода жидкости (протока). Кривая системы (красная линия) – водоснабжение потребляющей части, также отображает взаимозависимость давления и расхода жидкости. Точка пересечения двух кривых является оптимальным режимом для обеспечения необходимого протока и требуемого давления.

Но по факту система в таком режиме работает редко, только лишь в моменты пикового потребления, а в остальное время мощность двигателя оказывается чрезмерной. В таком режиме в системах без регулирования при снижении расхода насос создает избыточное давление, которое расходует дополнительную энергию.

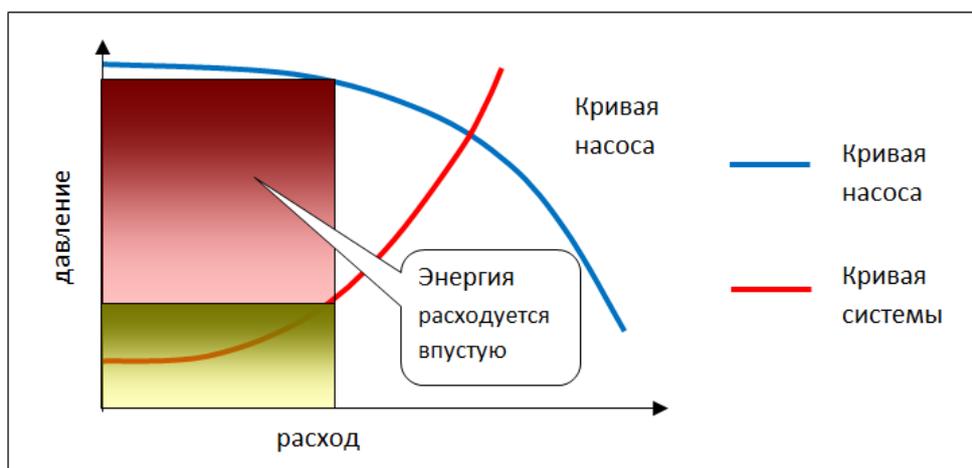


Рисунок 2.25 – Избыточное давление насоса [14]

Применение частотного регулирования привода насоса позволяет за счет снижения оборотов двигателя изменить кривую насоса, адаптировав ее под кривую системы.

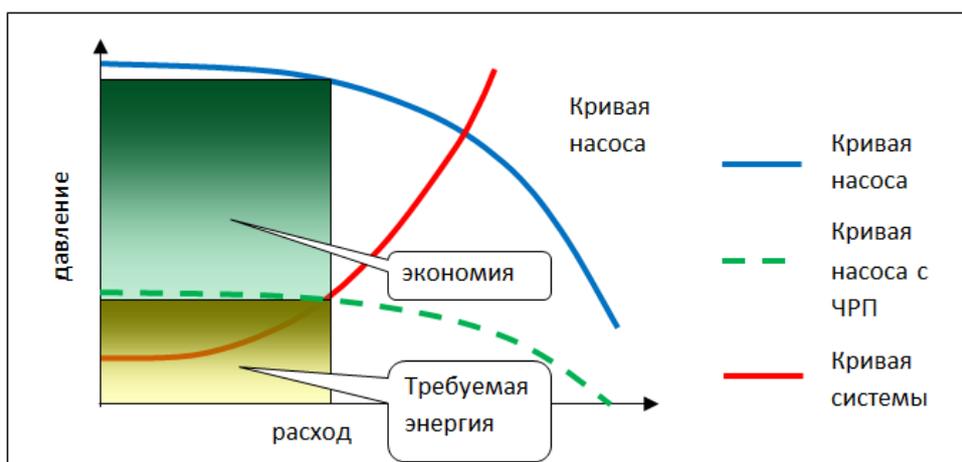


Рисунок 2.26 – Применение частотного регулятора привода насоса [14]

Вывод по второй главе

В результате выполнения вышеуказанных мероприятий по экономии энергоресурсов удалось добиться минимума энергопотребления за рассматриваемый период. Потребление энергоресурсов сокращаются с каждым годом.

3 СПОСОБЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

3.1 Цель пропаганды и популяризации энергосбережения

Популяризация и пропаганда является неотъемлемой частью деятельности по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, и при грамотном применении позволяет достичь гораздо более высоких результатов, чем чисто «силовые приемы», т.е. меры принуждения. Пропаганда - (от лат. *propaganda* - распространять) «особый род социальной деятельности в виде целенаправленного распространения знаний, идей, информации для формирования определенных взглядов, представлений, оказания влияния на поведение людей, социальных групп»[15]. То есть, все участники процесса производства, и потребления энергетических ресурсов должны быть проинформированы о том, что они могут и должны сделать для повышения энергосберегающей эффективности функционирования энергетической системы в целом, у них должно сформироваться представление, что их участие в процессе энергосбережения позволит получить определенные как личные, так и общественные выгоды.

Основная цель пропаганды и популяризации энергосбережения это формирование и стимулирование позитивного общественного мнения о большой социальной значимости и экономической целесообразности процесса энергосбережения и повышения энергетической эффективности, а также обеспечение всех заинтересованных лиц информацией о возможных путях участия в этом процессе [16].

В статье Э. Ф. Зеер, Е. В. Лебедева [17] приводятся данные самооценочного опросника среди студентов разных отраслей обучения. В опросе участвовали студенты младших курсов технических и гуманитарных специальностей. Среди них наибольшую выраженность мотивации энергосбережения показали студенты, обучающиеся по профилю энергетика, наименьшую – студенты - гуманитарии. На рисунке 32 показано тенденция распределения ответов на один из вопросов анкеты «Охарактеризуйте свое

отношение к проблеме энергосбережения».

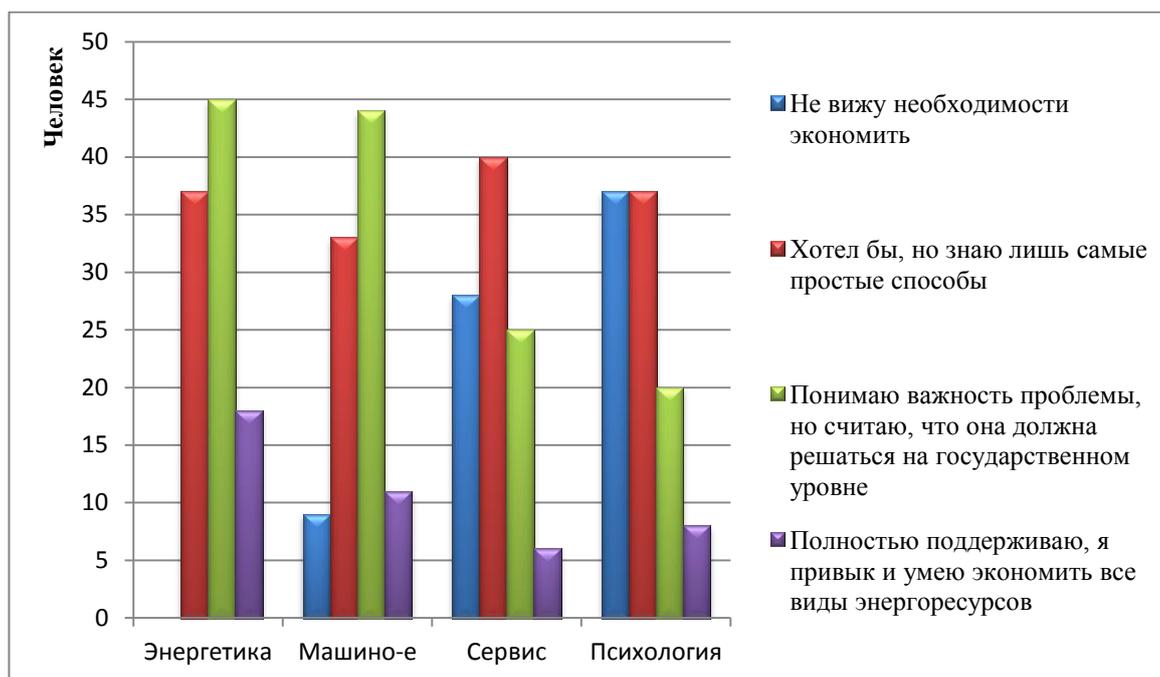


Рисунок 3.1 – Тенденция ответов на вопрос

Это исследование позволило выявить основные проблемы мотивации энергосбережения:

- информационная (недостаток знания в области энергосбережения)
- поведенческое (отсутствие культуры энергосберегающего поведения, привычки энергорасточительства)
- мотивации (отсутствие мотивации изменения поведения)
- финансово-экономическая (слабое экономическое стимулирование поведения)

3.2 Стимулирование и формирование энергосберегающего поведения студентов

Формирование и стимулирование энергосберегающего поведения студентов в системе образования можно рассмотреть как процесс педагогики, реализуемый в несколько этапов.

Диагностический этап. Стимулирование студентов на

энергосбережение должно базироваться на принятии общечеловеческих ценностей, то есть на осознании того, что энергосберегающие решения оказывают влияние на жизнь будущих поколений, понимать взаимосвязь действий и процессов, уметь анализировать изменения окружающей среды и прогнозировать последствия этих изменений.

Для стимулирования и развития энергосберегающей компетентности студентов отправной точкой должна являться диагностика выраженности ее структурной составляющей, выявление мотивации, установка и отношение к энергосбережению.

Мотивационный этап. Для формирования мотивационно-установочного компонента большое значение имеет пропаганда энергосбережения в образовательных учреждениях. Пропаганду можно рассматривать как деятельность, направленную на распространение знаний и других информации с целью формирования определенных представлений, взглядов, то есть оказание влияния на социальное поведение членов общества.

Ошибкой информационных кампаний, проводимых в бюджетных сферах, является ассоциация энергосберегающего поведения с тактикой систематического самоограничения. Такой призыв к образу жизни не найдет понимания среди студентов в силу возрастных особенностей и сложившегося отношения к энергоресурсам как неисчерпаемым и легкодоступным.

Правильнее будет рассматривать энергосбережение как совмещение приятного с полезным, при котором потребитель получает все необходимые услуги на более высоком и технологически совершенном уровне.

Задачу формирования энергосберегающего образа жизни за счет мотивации рационального энергоиспользования можно решить только путем систематической работы. Это – прямое информирование студентов посредством проведения инструктажей, конференций, тематических семинаров, открытых лекций, посвященных проблемам энергосбережения и энергоэффективности. Информационно-образовательную среду

образовательного учреждения необходимо организовывать таким образом, чтобы можно было обеспечить возможность получения своевременной и актуальной информации об опыте внедрения энергосберегающих технологий (мероприятий), энергетической эффективности устройств, обновления нормативно-правовой базы энергосбережения.

Читаемые дисциплины также целесообразно проводить в форме тематических дискуссий, установочных занятий. Это позволяет не только выявить у студентов отношение к энергосбережению, но и позволит стимулировать интерес к дальнейшему изучению проблемы. Также можно использовать развитие психодиагностики, то есть анкетирование и тестирование.

Обучающий этап. На этом этапе предполагается расширение знаний у студентов об энергосбережении, также формирование представлений о нормах, правилах производства и потребления энергии. Одно из таких направлений формирования мышления энергопотребления – это включение тематических блоков, посвященных энергосбережению, в содержание специальных и общетехнических дисциплин, читаемых студентам гуманитарного и технических специальностей. То есть для повышения культуры энергосбережения студентов необходимо включить дисциплину «Энергосбережение» в образовательные программы студентов.

Задача формирования энергосберегающего образа жизни у студентов требует наличия культуры у самого преподавателя. Преподаватель должен обладать широкой эрудицией и свободно ориентироваться в проблемных вопросах развития энергетики, нормативно-правовой базе энергопользования, экологии, энергосбережения на производстве, в быту и в коммунальном хозяйстве. Это можно решить за счет совершенствования системы переподготовки и повышения квалификации.

Оценочный этап. На этом этапе предполагается проведение повторной диагностики в конце изучения дисциплины. Это можно достичь посредством заполнения самооценочных опросников (анкеты), проведения

диагностирующих деловых игр и семинаров, моделирующих профессиональную ситуацию [17].

Вывод по третьей главе

Эффективность решения проблем энергосбережения повышается с применением технологий обучения и мотивации персонала на основе лучших практик энергоменеджмента. Таким образом, привлечение инвестиций в технологические инновации по энергосбережению должны сопровождаться адекватным уровнем инвестиций в человеческий капитал.

Предложенная модель позволит определять содержание формирования энергосберегающего поведения студентов, произвести отбор форм и методов обучения, разработать диагностические средства мониторинга процесса и результата формирования.

4 СОКРАЩЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В ТПУ КАК РЕЗУЛЬТАТ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К ФОРМИРОВАНИЮ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

4.1 Сопоставление удельных расходов энергоресурсов до и в процесс реализации Программы энергосбережения

Методика расчета значений целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в том числе в сопоставимых условиях, определяет порядок расчета значений целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, достижение которых обеспечивается в результате реализации программы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности [18].

В основу методики нормирования расходов энергоресурсов для бюджетных учреждений почти во всех странах берут на 1 м² площади или на 1 человека. Общая площадь зданий университета 323 688 м².

Удельный расход электрической энергии (в расчете на 1 м² общей площади) ($Y_{\text{э.гос}}$) определяется по формуле 1:

$$Y_{\text{э.гос}} = \text{ОП}_{\text{э.гос}} / \text{П}_{\text{субъект}} \text{ (кВт}\cdot\text{ч/ м}^2\text{)}, \quad (1)$$

где:

$\text{ОП}_{\text{э.гос}}$ - объем потребления электрической энергии, кВт·ч;

$\text{П}_{\text{субъект}}$ - площадь размещения, м²

Удельный расход тепловой энергии (в расчете на 1 м² общей площади) ($Y_{\text{тэ.гос}}$) определяется по формуле 2:

$$Y_{\text{тэ.гос}} = \text{ОП}_{\text{тэ.гос}} / \text{П}_{\text{субъект}} \text{ (Гкал/ м}^2\text{)} \quad (2)$$

где:

$ОП_{\text{э.гос}}$ - объем потребления тепловой энергии, Гкал;

$П_{\text{субъект}}$ - площадь размещения, $м^2$

Удельный расход холодной и горячей воды (в расчете на 1 человека) ($У_{\text{хвс.гос}}$) определяется по формуле 3:

$$У_{\text{хвс.гос}} = ОП_{\text{хвс.гос}} / К_{\text{субъект}} \text{ (м}^3\text{/чел.)}, \quad (3)$$

где:

$ОП_{\text{хвс.гос}}$ - объем потребления холодной и горячей воды, $м^3$;

$К_{\text{субъект}}$ - количество работников, чел.

Численность студентов и сотрудников ТПУ по годам представлено таблице в 4.1, а общая площадь зданий университета составляет $323\,688\,м^2$.

Таблица 4.1 – Численность студентов и сотрудников ТПУ по годам

№ п/п	Контингент ТПУ	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Численность сотрудников и ППС	5 612	5 712	5 625	5 498	5 535	5 342
2	Студентов очной формы обучения	10 939	11 224	11 147	10 742	9 849	9 211
3	Студентов заочной формы обучения	9 987	9 838	9 508	8 884	7 994	7 380
4	Аспиранты очной формы обучения	492	550	588	645	708	759
5	Аспиранты заочной формы обучения	186	231	247	215	180	108
6	Итого	27 216	28 430	27 761	26 471	24 567	23 049

Так как студенты и аспиранты заочной формы учатся только около 50 дней в год, а очники 10 месяцев, т.е. примерно 303 дня. Вычислим соотношение очников и заочников по следующей формуле:

$$П = \frac{D_{\text{оч}}}{D_{\text{заоч}}} = \frac{303}{50} = 6,06\text{чел.}$$

Получается, что 1 очник равен 6,06 заочникам в год.

Среднегодовое потребление энергоресурсов (рис. 4.1, 4.2) в ТПУ представлено в таблице 4.2.

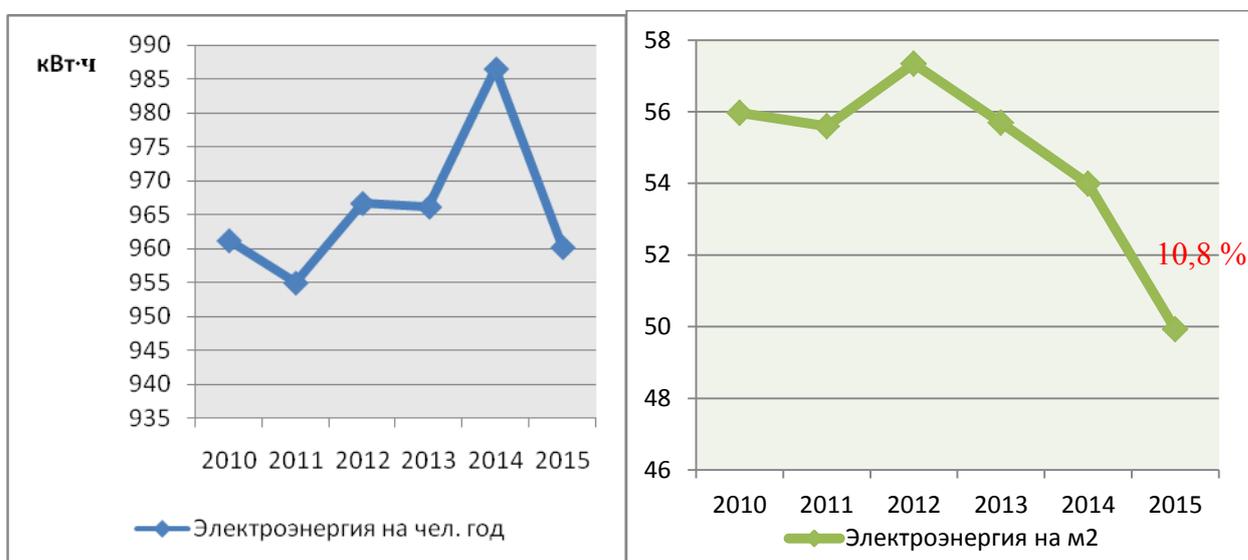


Рисунок 4.1 – Удельный расход электроэнергии на чел. год и на м²

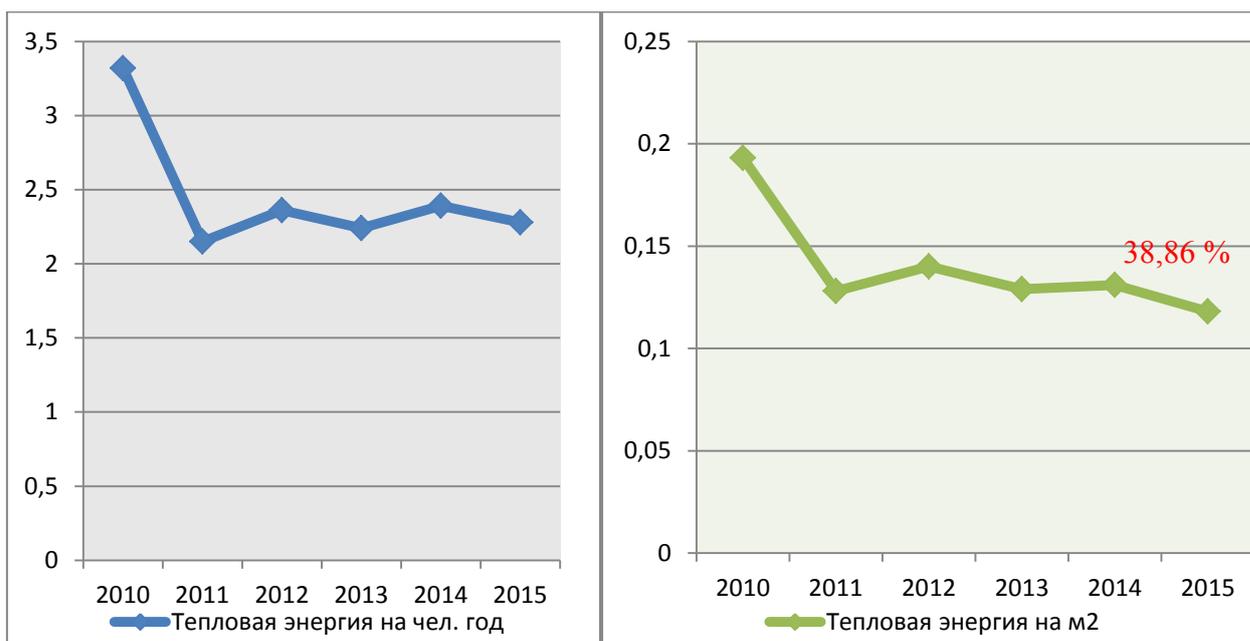


Рисунок 4.2 – Среднегодовое потребление теплоэнергии на чел. год и на м²

Таблица 4.2 – Среднегодовое потребление энергоресурсов

Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Ед.изм.
Среднесписочная численность сотрудников и студентов	18 848	19 338	19 199	18 657	17 717	16 832	Чел.
Среднегодовое потребление электроэнергии	961,23	911,39	966,7	966,17	986,45	960,22	кВт·ч/ чел.год
	55,97	54,45	57,34	55,69	53,99	49,93	кВт·ч/ м ²
Среднегодовое потребление тепловой энергии	3,32	2,15	2,36	2,24	2,39	2,28	Гкал/ чел.год
	0,193	0,128	0,14	0,129	0,131	0,118	Гкал/ м ²
Среднегодовое потребление сетевой воды	6,93	5,51	5,73	5,78	5,73	5,91	тонн/чел.год
Среднегодовое потребление холодной воды	14,77	13,8	13,9	14,01	14,69	15,28	м ³ /чел.год

4.2 Системный подход к управлению эффективностью энергосберегающих программ в образовательных учреждениях

Несмотря на богатый отечественный и зарубежный опыт внедрения энергосберегающих мероприятий, на текущий период времени с «повестки дня» не снята проблема снижения энергоемкости за счет эффективного использования топливно-энергетического ресурса (ТЭР). Это связано с тем, что отсутствует единый системный подход к реализации концепции энергосбережения программно-целевого метода, позволяющего четко формулировать задачи, механизмы контроля и выполнения [19].

Для этого необходимо формулировать и выполнять программы энергосбережения и энергоэффективности по определенному алгоритму, которая обеспечивает согласованную, комплексную реализацию

технических, правовых, организационных и экономических мер для оптимального использования ТЭР.

Этапы работ для разработки и реализации программ энергосбережения. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности должна учитывать классический цикл реализации программ, включая следующие области:

1. разработка и планирование структуры программы энергосберегающих мероприятий;
2. реализация этих энергосберегающих мероприятий;
3. оценка результативности мероприятий и выявление причин отклонения фактических значений от плановых значений;
4. оценка применения корректирующих действий в области энергетической эффективности и корректировка программы в соответствии с плановым показателем, отражающая политику организации.

Для выполнения этих функций можно использовать программно-целевой метод [20]. В связи с этим можно формализовать процесс создания и реализацию программ на основе следующих этапов, учитывающий опыт разработки на уровнях региона, отрасли, муниципалитета, отдельных организаций и предприятий [21, 22]:

1. **Анализ и оценка сложившейся ситуации в области энергетической эффективности.** Этот этап является отправной точкой создания программы энергосбережения исследуемого объекта (предприятия, отрасли, города и т.д.). На данном этапе по результатам энергетического аудита подготавливают аналитические данные, отражающие состояние объекта, перечень проблем, анализ причин их возникновения и варианты решения конкретных задач в области энергетической эффективности с их обоснованием (рис. 4.3). С этой целью:

- проводят анализ текущего объема потребления ТЭР для оценки фактического уровня энергоэффективности объекта, составляют топливно-энергетический баланс, который позволит дать статическую характеристику работы энергетической системы за определенный интервал времени [23];
- выполняется оценка функционирования энергосистем объекта (рис. 1) для нахождения значимых участков нерационального расхода ТЭР, существенно влияющие на итоговый уровень энергоэффективности. Также проводят предварительную оценку мер (организационных, технических) для устранения обнаруженных недостатков;
- осуществляется систематизация и анализ действующей нормативно-правовой документации;
- оценивается потенциал энергосбережения как основа для выбора и формирования индикаторов и целевых показателей энергоэффективности, а также для прогноза их значений. Данная оценка предназначена для анализа возможных информационных, организационных и технических мероприятий для повышения энергетической эффективности.

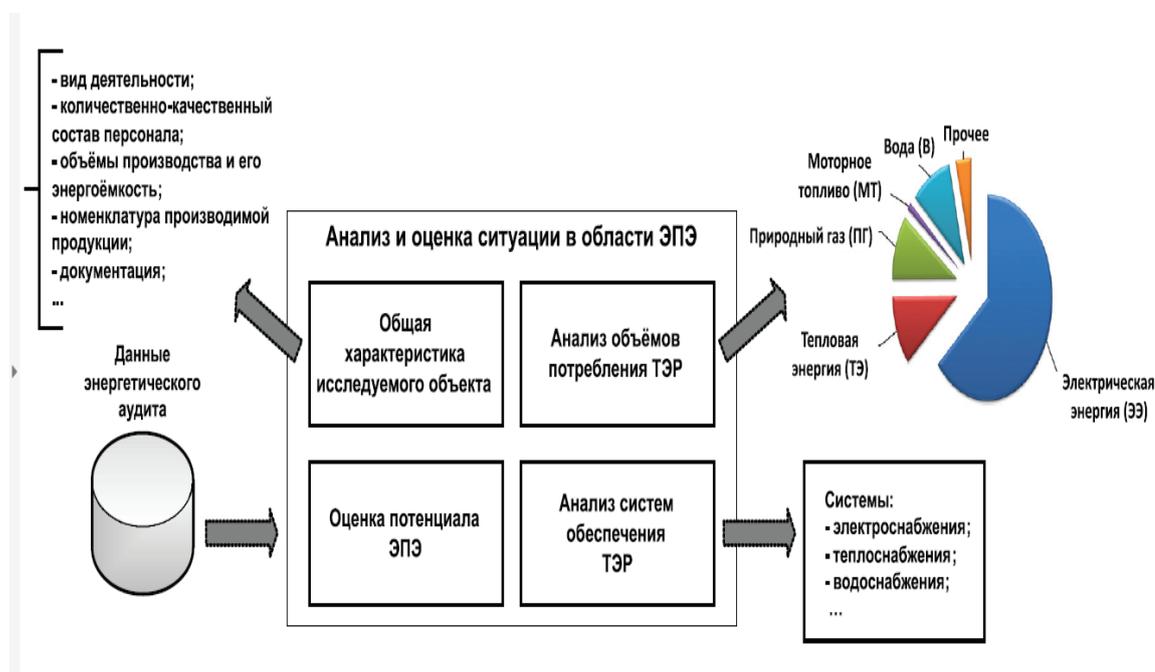


Рисунок 4.3 – Механизм формирования аналитической информации для разработки программы энергосбережения

2. **Постановка цели и задач программы.** На данном этапе концепция программы формируется на основе полученной информации первого этапа, которая определяет ее общую направленность, цели и задачи, которые необходимо решить в процессе ее реализации.

3. **Формирование индикаторов и целевых показателей.** На данном этапе формирование концепции программы является базисом для выбора и построения системы индикаторов и целевых показателей энергоэффективности, обеспечивающие мониторинг выполнения энергосберегающих мероприятий и сгруппированных по потенциальным направлениям реализации программы. Цели, задачи и целевые показатели надо формировать с учетом требований нормативно-правовой базы и специфики исследуемого энергетического объекта.

4. **Формирование перечня энергосберегающих мероприятий и составление план-графика их реализации.** На этом этапе разработки программы определяют перечень организационных, технических и технологических мероприятий в области энергетической эффективности. Также составляют план-график и механизм их реализации. Энергосберегающие мероприятия надо группировать по заранее выбранным признакам (по отдельным видам ТЭР, по системам энергообеспечения и т.д.) это обеспечивает решение частных задач в рамках общей цели программы.

5. **Определение потребности в ресурсах, оценка ожидаемых результатов.** На этом этапе анализируются объемы и источники требуемых для проведения мероприятий ресурсов (финансовых, материальных, трудовых, временных), а также проводится расчет технико-экономической оценке эффективности мероприятий.

6. **Реализация программных мероприятий, мониторинг за ходом их исполнения.** Все описанные 5 этапов формализуют процедуры разработки, согласования программы. Далее осуществляется реализация энергосберегающих мероприятий, которая реализуется в следующие этапы:

- выполнение мероприятий по программе, этот этап связан с реализацией конкретных энергосберегающих мероприятий, в сроки установленные программой и с привлечением для этого необходимых финансовых ресурсов;
- мониторинг проведения энергосберегающих мероприятий и анализ ключевых характеристик в области энергоэффективности, которая в конечном итоге определит энергетическую результативность. Для мониторинга можно использовать автоматизированные системы сбора, обработки и анализа данных [24, 25];
- обсуждение достигнутых результатов, на этом этапе обсуждают внесение изменений в программу в соответствии с результатами оценки эффективности или сопоставления их с плановыми показателями, либо учитываются внешние и внутренние факторы, влияющие на процесс реализации (недостаток финансов, технологических и трудовых мощностей и т.д.). При этом также возможна модификация целевой функции программы, ее показателей, объемов, сроков выполнения и источников финансирования и т.д. Такую корректировку рекомендуется осуществлять после каждого планового периода реализации (обычно это раз в год), что позволит обеспечить постоянную адаптацию программы к изменяющимся условиям;
- формирование отчетов о ходе реализации программы – данные о ходе реализации программы и полученных результатов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в случае необходимости закрепляются документально.

Вывод по четвертой главе

Расчет удельного расхода показал, что потребление энергоресурсов в ТПУ существенно сократилось за последние годы по сравнению с 2010 годом. Это является результатом реализации Программы энергосбережения в ТПУ.

Предложенный системный подход имеет практическую важность и заключается в возможности учета и анализа полной информации об исследуемых объектах. В основном это обеспечивается за счет заложенного в этапах реализации программы энергосбережения механизмов мониторинга и корректировки индикаторов и целевых показателей, позволяющих выявить и учитывать тенденции к снижению энергоэффективности при разработке и планировании мероприятий и обеспечит их выполнение.

5 «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Введение

Целью этой научно-исследовательской работы является анализ реализации программы энергосбережения в ТПУ. В данном разделе будет рассмотрено эффективность применения энергосберегающих мероприятий.

Оценка планируемых затрат на реализацию мероприятий по энергосбережению в ТПУ в период с 2010 по 2018 годы было выявлено следующее (рис. 5.1):

1. Значительную долю затрат (61,19 % от общего количества затрат) составляют затраты направленные на мероприятия в области снижения потребления и повышения эффективности использования тепловой энергии. Это вполне согласуется с устоявшимся представлением, что основной потенциал энергосбережения сосредоточен именно в этой области. Следует также отметить достаточно высокую затратность данных мероприятий особенно в строительной части (замена окон, утепление фасадов и т.д.).

2. Вторую позицию по направленности затрат (35,67 %) занимают мероприятия направленные на снижение потребления и повышения эффективности использования электрической энергии (замена ламп, реконструкция систем освещения, внедрение устройств автоматики и т.д.). Следует отметить, что значительная часть данных мероприятий сконцентрирована в области систем электрического освещения, что вполне объяснимо с учетом доли присутствия систем освещения в общей картине электропотребления образовательным учреждением.

3. Третью позицию по направленности затрат совместно делят между собой организационные мероприятия и мероприятия направленные на снижение водопотребления (менее 3,1 % по каждому направлению).

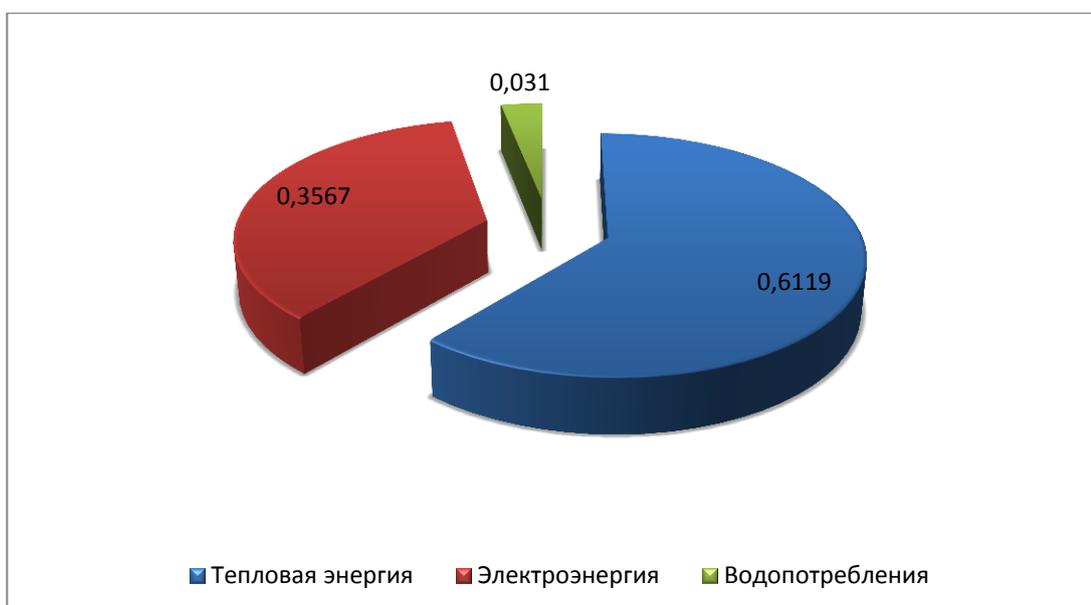


Рисунок 5.1 – Распределение затрат по направлениям

5.1 Экономический эффект энергосберегающих мероприятий в ТПУ

Программа мероприятий энергосбережения должны способствовать сокращению энергоресурсов и финансовых затрат по обеспечению энергоснабжения ТПУ. Эффективность применения энергосберегающих мероприятий потребления электроэнергии и тепловой энергии с 2010 по 2015 годы представлены в таблице 5.1.

Из проведенных расчетов можно сделать вывод, что энергосберегающие мероприятия эффективны. За счет снижения потребления энергоресурсов в вузе, энергосберегающие мероприятия быстро себя окупают.

Таблица 5.1 – Эффективность энергосберегающих мероприятий

№ п.п.	Срок внедрения, год	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Электроэнергия							
1	Потребление электроэнергии за год, кВт·ч	18117215	17624505	18559630	18025892	17476861	16162487
2	Оплата за год, руб.	49862714	55046479	56982998	59998395	67583519	63517234
3	Экономия, кВт·ч	0	-492710	442415	-91323	-640354	-1954728
4	Усредненный тариф за ээ, руб.	2,75	3,12	3,07	3,33	3,87	3,93
5	Условная прибыль, руб	0	1538877,3	-1358332	303964,6	2476267	7681919
6	Затраты на реализацию энергосберегающих мероприятий, руб.	413330	2041900	2041900	2041900	2041900	2041900
7	Чистый доход, руб.	-413330	-503022,7	-3400232	-1737935	434367,1	5640019
8	Итого чистая прибыль, руб.						19866,39
Тепловая энергия							
	Потребление электроэнергии за год, кВт·ч	62538,07	41583	45416	41731	42376	38385
	Оплата за год, руб.	57321834	52501759	58936231	59916280	64427389	64213634
	Экономия, кВт·ч	0	-20955,07	-17122,07	-20807,1	-20162,1	-24153,1
	Усредненный тариф за ээ, руб.	916,591	1262,5775	1297,6975	1435,774	1520,374	1672,884
	Условная прибыль, руб.	0	26457399	22219268	29874248	30653897	40405273
	Затраты на реализацию энергосберегающих мероприятий, руб.	845830	4145830	845830	845830	845830	845830
	Чистый доход, руб.	-845830	22311569	21373438	29028418	29808067	39559443
	Итого чистая прибыль, руб.						141235105

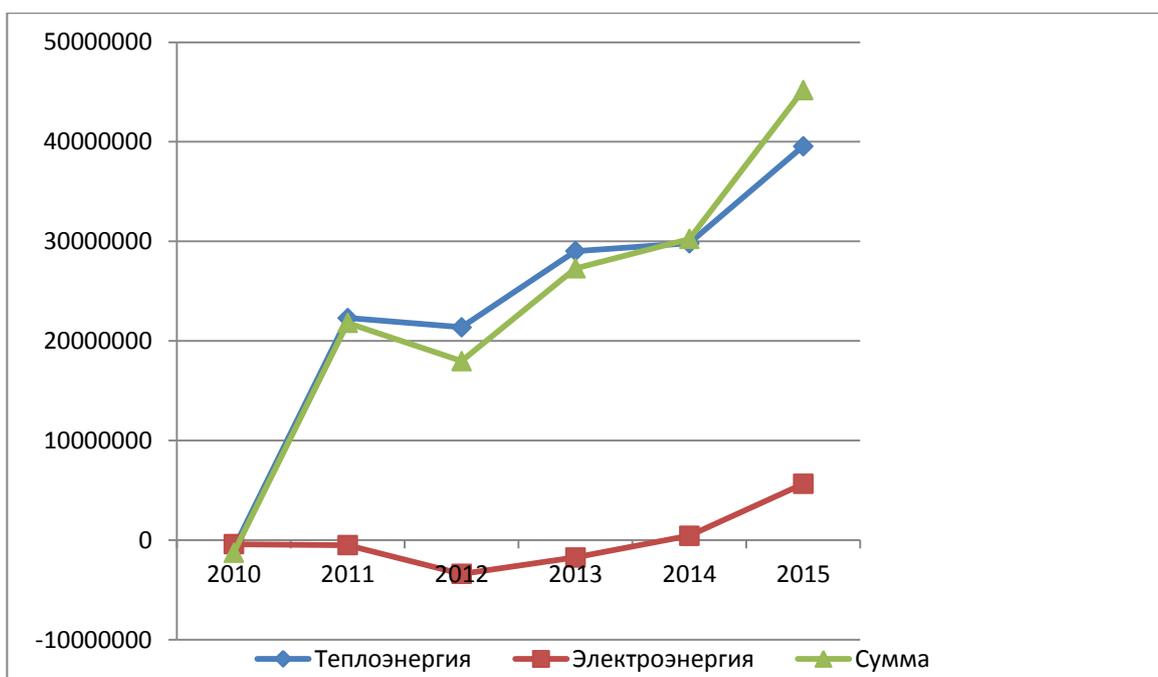


Рисунок 5.2 – График NetPresentValue

5.2 Планирование процесса управления НИР

Состав группы представлен в таблице 5.2

Таблица 5.2 – Ответственные лица

№	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
1	Богданова Елена Васильевна, РЦР ТПУ, ведущий инженер	Руководитель проекта (Научный руководитель)	Предоставление заданий; консультации; обсуждение результатов, диссертации
2	Асан уулу Талгат НИ ТПУ, магистрант группы 5AM4B	Исполнитель по проекту (Магистрант)	Анализ потребления, обработка результатов, написание ВКР

Для реализации исследования необходимо реализовать спектр задач, связанных с научными, техническими и экономическими проблемами.

При организации процесса реализации конкретной работы необходимо оптимально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ [26].

На начальном этапе составляется полный перечень проводимых работ, и определяются их исполнители и оптимальная продолжительность. Результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Наиболее удобным, простым и наглядным способом для

этих целей является использование линейного графика. Для его построения составим перечень работ и соответствие работ своим исполнителям, продолжительность выполнения этих работ и сведем их в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение ТЗ	НР	НР – 100%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, М	НР – 30% М – 100%
Разработка календарного плана	НР, М	НР – 100% М – 10%
Обсуждение литературы	НР, М	НР – 30% М – 100%
Запрос данных потребления	НР, М	НР – 10% М-90%
Обработка данных потребления	НР, М	НР – 10% М-90%
Анализ результатов исследования	НР, М	НР-10% М – 100%
Оформление расчетно-пояснительной записки	НР, М	НР-10% М – 100%
Оформление графического материала	М	М – 100%
Подведение итогов	НР, М	НР – 70% М – 100%

Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ осуществляется двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

В данном случае используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами: [27]

- аналоговый;
- вероятностный.

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5} \quad (1)$$

Для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется вероятностный метод – метод двух оценок t_{min} и t_{max} .

где t_{min} – минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

t_{max} – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Для выполнения перечисленных в таблице 2 работ требуются специалисты:

- научный руководитель;
- магистр.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д} \quad (2)$$

где, $t_{ож}$ – трудоемкость работы, чел/дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ ($K_{ВН} = 1$);

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{Д} = 1,2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К} \quad (3)$$

где, $T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} \quad (4)$$

где, $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 267$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 75$);

$T_{\text{ПД}}$ – праздничные дни ($T_{\text{ПД}} = 15$).

$$T_{\text{К}} = \frac{267}{267 - 75 - 15} = 1,5$$

В таблице 5.4 приведены длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе, а в таблице 5.5 представлен графический линейный график работ.

Таблица 5.4 – Временные показатели проведения ВКР

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел/дн.			
					Т _{рд}		Т _{кд}	
		t _{min}	t _{max}	t _{ожд}	НР	М	НР	М
Постановка задачи	НР	5	6	5,4	6,48	-	9,72	-
Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР	6	10	7,6	9,12	-	13,68	-
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, М	14	20	16,4	5,9	19,68	8,8	29,5
Разработка календарного плана	НР, М	6	10	7,7	9,12	0,912	13,68	1,37
Обсуждение литературы	НР, М	7	10	8,2	2,9	9,84	4,43	14,76
Запрос данных потребления	НР, М	15	25	19	15,96	6,84	23,94	10,26
Обработка данных	НР, М	15	22	17,8	21,36	6,4	32,04	9,6
Анализ результатов исследования	НР, М	18	25	20,8	24,96	7,5	37,44	11,2
Оформление расчетно-пояснительной записки	НР, М	14	20	16,4	1,97	19,7	3	29,5
Оформление графического материала	М	12	17	14	-	17	-	25,2
Подведение итогов	НР, М	15	17	15,8	13,272	18,96	20	28,4
Итого:	-			149	111,1	106,6	166,6	159,9

Вывод по пункту – первоначально был составлен полный перечень проводимых работ, также был определен состав группы это научный руководитель и магистрант. Результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Наиболее удобным, простым и наглядным способом для этих целей является использование линейного графика (диаграмма Ганта) таблица 5.5.

Таблица 5.5 – Календарный план проведения НИР

Виды работы	Исполнители	tk	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь
1) Постановка задачи	НР	10	■								
2) Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	НР	13	■								
3) Подбор и изучение материалов по тематике	НР,	25		■							
4) Разработка календарного плана	НР, М	10		■	■						
5) Обсуждение литературы	НР, М	13			■	■					
6) Запрос данных потребления	НР, М	24				■	■				
7) Обработка данных	НР, М	22				■	■				
8) Анализ результатов исследования	НР, М	35					■	■			
9) Оформление расчетно-пояснительной записки	НР, М	30						■	■		
10) Оформление графического материала	М	25							■	■	
11) Подведение итогов	НР, М	28								■	■

■	Научный руководитель
■	Магистр

5.3 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям [28].

Расчет материальных затрат НИИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхи}$$

где m — количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхи}$ - количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, m^2 и т.д.);

C_i - цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 и т.д.);

k_T — коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 5.6 – Материальные затраты

№ п.п.	Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. руб.	Затраты на материал, руб.
1	Бумага	лист	150	2	345
2	Картридж	шт.	1	1000	1150
3	Интернет	М/бит (пакет)	1	350	402,5
4	Ручка	шт.	1	20	23
5	Дополнительная литература	шт.	2	400	920
6	Тетрадь	шт.	1	10	11,5
7	Электроэнергия	кВт/час	34	2,7	105,57
	Итого				2957,57

Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. Согласно исследованию, приведенному в данной работе, затраты по статье «специальное оборудование для научных работ» не предусматривается.

5.4 Расчет основной заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя, инженера и техника а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя (научный руководитель – по ВНС ДН ППС 4ПКГ в размере 25 000 рублей)

Данные для расчета:

- 1) Оклад у научного руководителя – 25 000 руб.,
- 2) Плановый фонд рабочего времени за месяц – 176 часов (22 дня);
- 3) Тарифная ставка.
- 4) Дополнительная заработная плата.
- 5) Районный коэффициент – 30%;

Часовая тарифная ставка ($C_ч$) определяется:

$$C_ч = \frac{\text{Оклад}}{\Phi_{рв}}$$

где $\Phi_{рв}$ – плановый фонд рабочего времени за месяц, из расчета 22 рабочих дня по 8 часов.

Рассчитаем заработную плату научного руководителя:

Часовая тарифная ставка ($C_ч$):

$$C_ч = \frac{25000}{176} = 142,04 \text{ руб. в час}$$

Основная заработная плата за проект у руководителя составит:

$$ЗП_{осн} = 142,04 \cdot (10 \cdot 8) = 142,04 \cdot 80 = 11363,6 \text{ руб.}$$

Итого затраты на оплату труда:

$$ЗП_{\text{общ}} = 11363,6 + 1704,54 = 13068,14 \text{ руб.}$$

Общая сумма заработной платы с учетом районного коэффициента:

$$ЗП_{\text{общ}} = 13068,14 \cdot 1,3 = 16988,58 \text{ руб.}$$

Таблица 5.7 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад (руб.)	Часовая тарифная ставка (руб./час.)	Основная заработная плата (руб.)	Заработная плата с учетом районного коэффициента и надбавки (руб.)
1.Руководитель	25000	142,04	11363,6	16988,58

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала. В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} \cdot k_{\text{доп}}$$

где $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В таблицу 3.8 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 5.8 – Заработная плата руководителя НТИ

Заработная плата	Руководитель
Основная зарплата	16988,58
Дополнительная зарплата	2548,57
Итого по статье $ЗП_{\text{общ}}$	19537,15

Расчет отчислений от заработной платы. Затраты по этой статье составляют отчисления по единому социальному налогу (ЕСН).

Отчисления по заработной плате определяются по следующей формуле:

$$C_{\text{соц}} = 3П_{\text{общ}} \cdot 1,3$$

Где $K_{\text{соц}}$ – коэффициент, учитывающий размер отчислений из заработной платы. Данный коэффициент составляет 30% от затрат на заработную плату и включает в себя:

- 1) отчисления в пенсионный фонд;
- 2) на социальное страхование;
- 3) на медицинское страхование.

Итак, отчисления из заработной платы составили:

$$C_{\text{соц}} = 0,3 \cdot 13068,14 = 3920,44 \text{ руб.}$$

Формирование бюджета затрат научно-исследовательской работы представлен в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Расчет бюджета затрат НИР

№ п.п.	Наименование статьи	Сумма, руб.
1	Материальные затраты НТИ	2957,57
2	Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	-
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей	16988,58
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей	2548,57
5	Отчисления во внебюджетные фонды	3920,44
6	Накладные расходы	-
7	Бюджеты затрат НТИ	18574,28

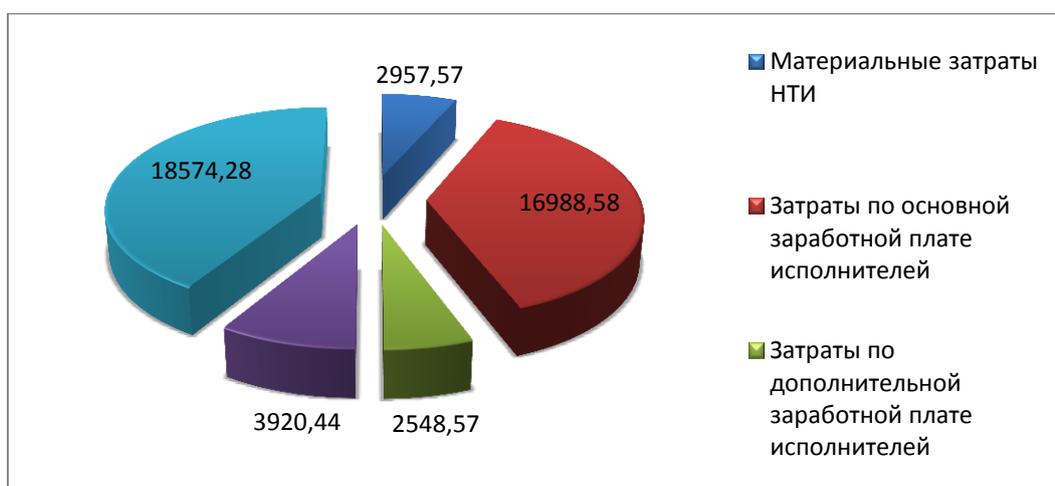


Рисунок 5.3 – Затраты НИР

Вывод по пятой главе.

Проведенное исследование показало, что общий экономический эффект от реализации программы энергосбережения в ТПУ за расчетный период составило 141 254 971 млн. рублей, основную долю из которых составляет экономия тепловой энергии на сумму 141 235 105 млн. рублей.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

Асан уулу Т. Реализация программы энергосбережения в ТПУ /
Материалы трудов XXI всероссийской научно-технической конференции
«Энергетика: Эффективность, Надежность, Безопасность» ТОМ 1. Томск,
2015 – 24 с.