

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
Разработка II-го этапа реализации «Программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности ТПУ на 2013-2015 гг. и на перспективу до 2018г.»

УДК 620.9:658.5:378.662(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5B	Мамаев Зелимхан Ибрагимович		

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	Сергейчик С.И.	к.э.н, Доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф.ЭБЖ	Извеков В.Н.	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 – 2017 г.

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

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электрических устройств, объектов и систем.
P2	Уметь формулировать задачи в области электроэнергетики и электротехники, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.
P3	Уметь проектировать электроэнергетические и электротехнические системы и их компоненты.
P4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники, интерпретировать данные и делать выводы.
P5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетики и электротехники.
P6	Иметь практические знания принципов и технологий электроэнергетической и электротехнической отраслей, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.
Универсальные компетенции	
P7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области электроэнергетики и электротехники
P8	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях электроэнергетики и электротехники.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области электроэнергетики и электротехники.
P10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
P11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области электроэнергетики и электротехники с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.
P12	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области электроэнергетики и электротехники.

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
5AM5B	Мамаев Зелимхан Ибрагимович

Тема работы:

Разработка II-го этапа реализации «Программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности ТПУ на 2013-2015 гг. и на перспективу до 2018г.»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 07.02.2017 г. № 625/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.).	– Наименование объекта исследования. – Программа энергосбережения. – Энергетический паспорт ТПУ. – Данные потребления энергоресурсов ТПУ с 2010 по 2016 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).	– Содержательное описание проблемы и обзор источников по теме. – Энергоресурсы потребляемые в ТПУ. – Анализ балансов и определение удельных расходов. – Анализ программы энергосбережения ТПУ. – Формирование бережливого отношения к энергоресурсам.

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»	Сергейчик Сергей Иванович
«Социальная ответственность»	Извеков Владимир Николаевич
Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке	Низкодубов Гавриил Анатольевич
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферативная работа	

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

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
5AM5B	Мамаев Зелимхан Ибрагимович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5AM5B	Мамаев Зелимхан Ибрагимович

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. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Расчет эксплуатационных затрат при использовании энергосберегающих ламп
2. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Расчет срока окупаемости, чистого дисконтированного дохода

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Капитальные вложения
2. Эксплуатационные затраты
3. Показатели экономической эффективности

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. менеджмента	Сергейчик С.И.	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5B	Мамаев З.И.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5AM5B	Мамаев Зелимхан Ибрагимович

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	- Реализация программы энергосбережения; - Анализ потребления энергоресурсов; - Целевые показатели энергоэффективности.
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).	Вредные факторы: Неблагоприятные климатические условия - действие фактора неблагоприятных климатических условий на человека может быть причиной получения солнечных ожогов и обморожений, перегрева и переохлаждения организма. (ГОСТ С. 12.0. 003–74); Шумы - возникают вследствие работы ПВЭМ. Воздействие шума может явиться причиной развития профзаболеваний, таких как нарушение слуха. (СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 и ГОСТ 12.1.012 –90). Предложено установка звукоизолирующих преград в виде перегородок; Электромагнитное излучение–ПЭВМ являются источниками разнообразных излучений ультрафиолетового, радиочастотного, мягкого рентгеновского. Излучение не должно превышать в течении рабочего дня продолжительности воздействия (ГОСТ 12.1.002-75, СанПин 2.2.2./2.4.1340-03). Рекомендуемая продолжительность рабочего дня 4 часа, за 8 часовой день; Освещение-недостаточное освещение оказывает воздействие на зрительные органы и повышает общую усталость работника (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03). Предложено контроль естественного и искусственного освещения раз в год;
1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);	Опасные факторы: Опасность поражения электрическим током - для электробезопасности в помещении оборудовано защитное зануление (СанПин 2.2.2/2.4.1340-03, ПУЭ).

пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).	
2. Экологическая безопасность: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вся оргтехника должна утилизироваться по методике утвержденной Государственным комитетом РФ по телекоммуникациям (от 19 октября 1999 г.). Люминесцентные лампы утилизируются в соответствии с ГОСТ 12.2.007.13-88. Материалы и оборудования, используемые при исследованиях являются экологически безопасными, без отходов и выбросов.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Возможные ЧС на объекте: короткое замыкание, возникновение пожара. Наиболее типичное ЧС является возникновение пожара. Для обеспечения пожаробезопасности предусмотрены первичные средства пожаротушения типа ОУ-5, установлена система автоматической сигнализации и разработан план эвакуации..
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Перечень использованных нормативных документов: ГОСТ 12.1.038-84 , ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ, СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03, ГОСТ 12.1.003–83 ССБТ, СН 2.2.4/2.1.8.562–96, ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ, ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ, ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	1. План помещения и размещения светильников. 2. План эвакуации.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику				
Задание выдал консультант:				
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Извеков В.Н.	к.т.н. доцент		
Задание принял к исполнению студент:				
Группа	ФИО	Подпись	Дата	
5AM5B	Мамаев З.И.			

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

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования магистр

Кафедра Электрические сети и электротехника

Период выполнения осенний 2015/2016/, весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

магистерская диссертация

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.09.2016- 10.11.2016	<i>Литературный обзор.</i>	
21.11.2016- 20.01.2017	<i>Анализ программы энергосбережения в ТПУ. Формирование бережливого отношения к энергоресурсам</i>	
03.02.2017- 10.05.2017	<i>Целевые показатели энергоресурсов</i>	

Составил преподаватель:

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

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭСиЭ	Прохоров А. В.	к.т.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит: 120 страниц, 55 рисунка, 20 таблиц, 39 источников и 1 приложение.

Объект исследования – Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, обладающий большим потенциалом энергоэффективности.

Предмет исследования – анализ реализации программы энергосбережения в ТПУ.

Цель исследования – На примере ТПУ освоить методику анализа энергопотребления предприятиями/организациями для разработки мероприятий по повышению эффективности потребления энергии и энергоресурсов.

Для достижения поставленной цели предлагается решить следующие задачи:

1. Анализ эффективности потребления энергетических ресурсов в ТПУ
2. Анализ хода выполнения программных мероприятий по программе энергосбережение в ТПУ
3. Способы формирования мотивации энергосберегающего поведения
4. Сопоставление удельных расходов энергоресурсов в процесс реализации Программы.

В результате исследования был произведен анализ системного подхода к формированию и управлению исполнением Программы энергосбережения Томского Политехнического Университета, 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

ЧДД – чистый дисконтированный доход

ЭС – энергосбережение

ПЭЭ – повышение энергетической эффективности

АСКУЭ – автоматическая система контроля и учета электроэнергии

ЭМП – электромагнитное поле

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	14
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	17
1.1 Энергосбережение в образовательных учреждениях	17
1.2 Энергетические обследования бюджетных учреждений	21
1.3 Обеспечение энергосбережения и повышения энергетической эффективности бюджетными учреждениями	22
1.4 Цели и задачи внедрения системы мер по повышению энергоэффективности и энергосбережения в образовательных учреждениях	23
1.5 Формирования комплекса энергосберегающих мероприятий	24
1.6 Оценка экономической эффективности энергосберегающих мероприятий.....	27
1.7 Перечень систем потребления энергетических ресурсов в образовательных учреждениях.....	30
1.8 Характеристика ТПУ как объекта потребления энергии и энергетических ресурсов.....	33
2. МЕРОПРИЯТИЯ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ТПУ	36
2.1 Основной технологический потенциал энергосбережения в образовательных учреждениях.....	36
2.2 Экономия электрической энергии в системе освещения.....	36
2.2.1 Внедрение автоматизированной информационно-измерительной системы контроля и учета электрической энергии (АСКУЭ).....	36
2.2.2 Замена осветительных установок на энергоэффективные	37
2.3 Тепловая энергия и вода.....	43
2.3.1 Экономия тепловой энергии в системе отопления.....	43
2.3.2 Устранение потерь в системах горячего и холодного водоснабжения	51
3 АНАЛИЗ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ, ПОТРЕБЛЯЕМЫХ ОБЪЕКТАМИ ТПУ .	56

3.1	Потребление электрической энергии.....	56
3.1.1	Организация системы электроснабжения	56
3.1.2	Анализ годового хода электропотребления	61
3.1.3	Внутренние потребители электроэнергии и их энергоемкость ..	62
3.1.4	Электропотребление в корпусах ТПУ	63
3.1.5	Электропотребление в общежитиях ТПУ	67
3.2	Потребление тепловой энергии	71
3.2.1	Организация системы теплоснабжения	71
3.2.2	Анализ годового хода потребления тепловой энергии	72
3.2.3	Потребление теплоэнергии корпусами ТПУ	78
3.2.4	Потребление теплоэнергии общежитиями ТПУ.....	83
3.3	Потребление воды объектами ТПУ	88
4	ЦЕЛЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ.....	92
4.1	Сопоставление удельных расходов энергоресурсов	92
4.2	Сравнительный анализ влияния энергосберегающих мероприятий на удельное потребление энергоресурсов между объектами ТПУ	96
4.3	Формирование и стимулирование бережливого отношения к энергоресурсам и энергосберегающим правилам поведения.....	99
4.3.1	Развитие знаний и умений в области энергосбережения и энергоэффективности	99
4.3.2	Развитие культуры энергосбережения в ТПУ.....	101
4.3.3	Механизмы и источники стимулирования энергосбережения в государственных вузах	103
6	РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ.....	107
6.1	Организационные рекомендации по энергосбережению	107
6.2	Рекомендации по энергосбережению электрической энергии.....	107
6.2.1	Модернизация системы освещения.....	107
6.2.1.1	Установка электронной пускорегулирующей аппаратуры и датчиков движения в коридоры.....	108
6.2.1.2	Рекомендуется вариант совмещения ЭПРА с датчиками	

движения в коридоры университета	110
6.3 Рекомендации по энергосбережению тепловой энергии.....	111
6.3.1 Ежегодная промывка системы отопления и ГВС	111
6.4 Способы решения проблемы.....	112
7 «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»	114
8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	124
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	142
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ	143
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	144
Приложение А	148

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В современных условиях одной из актуальных проблем, стоящих перед нашей страной, является уменьшение энергопотребления и более рациональное использование энергоресурсов. Достигнуть этого можно только путем комплексного применения передовых энергосберегающих технологий и внедрения мер организационного характера, направленных на энергосбережение.

Сегодня энергосбережение по своему вкладу в развитие энергетического комплекса имеет такое же значение, как и задача дальнейшего наращивания производства первичных энергоресурсов.

В данное время повышение энергетической эффективности – одна из важнейших задач, сформулированных руководством страны, прежде всего перед бюджетным сектором. В этой связи Минобрнауки России уже на протяжении многих лет принимает активное участие в повышении энергоэффективности и энергосбережения в образовательных учреждениях, являющихся значимыми потребителями энергетических ресурсов. Реализация энергосбережения в России невозможна без соответствующего законодательного обеспечения. В последние годы в этом направлении было принято несколько важных нормативных актов.[1]

Принятие Федерального закона Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации", а также подпрограммы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности» государственной программы Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 апреля 2013 года № 512 – активизировало деятельность в области популяризации и пропаганды энергосбережения. Что касается энергоемких отраслей и сфер деятельности экономики, к которым относится бюджетная

сфера, то вопросы популяризации и пропаганды энергосбережения являются актуальными и требующими решения.

Актуальность проблемы энергосбережения в вузах РФ связана с тем, что образовательные учреждения являются крупнейшими потребителями энергоресурсов среди всех государственных учреждений России.

Согласно Федеральному закону «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...» № 261-ФЗ от 23.11.2009 г., начиная с 1 января 2010 года необходимо обеспечить снижение в сопоставимых условиях объема потребляемой бюджетным учреждением воды, тепловой и электрической энергии в течение пяти лет не менее чем на 15% от объема фактического потребления каждого из указанных ресурсов с ежегодным снижением не менее чем на 3%. Таким образом, потребление энергоресурсов в 2016 году должно было снизиться на 15% по отношению к 2012 году [2].

Томский политехнический университет является образовательным учреждением, крупным потребителем энергетических ресурсов. Основными потребляемыми энергоносителями являются электрическая и тепловая энергия.

В связи с требованиями закона «Об энергосбережении и повышении эффективности использования энергии», а также для улучшения экономических показателей, путем сокращения нагрузки на бюджет ВУЗа через сокращения платежей за водо-, электро- и теплопотребление, в ТПУ была принята программа «Энергосбережение в ФГАОУ ВПО НИ ТПУ» рассчитана на срок с 2010 по 2018 год с общим бюджетом 38,2 млн.руб.

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].

Внедрение вышеуказанных мероприятий будет рассмотрено в данной научно-исследовательской работе. Мероприятия программы должны способствовать сокращению финансовых затрат на обеспечение энергоснабжения университета, обоснованию финансирования из бюджетов различных уровней.

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

Цель исследования – Освоить методику анализа энергопотребления образовательными учреждениями и сформулировать предложения в Программу энергосбережения НИ ТПУ на период после 2018г.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Анализ эффективности потребления энергетических ресурсов в ТПУ
2. Анализ хода выполнения программных мероприятий по программе энергосбережение в ТПУ
3. Способы формирования и стимулирования бережливого отношения к энергоресурсам
4. Сопоставление целевых показателей энергоэффективности в процесс реализации Программы.

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

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Энергосбережение в образовательных учреждениях

Среди государственных учреждений России крупными потребителями энергоресурсов являются образовательные учреждения.

Энергосбережение – это реализация мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг.

Основные принципы:

1. Рациональное и эффективное потребление энергетических ресурсов;
2. Формирование и поддержка стимулов энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
3. Комплексность и системность реализации мероприятий;
4. Создание планов по энергосбережению и повышению энергетической эффективности;
5. Потребление энергоресурсов с учетом производственно–технологических, ресурсных, экологических и социальных условий.

Ключевой целью **энергосбережения образовательных учреждений** является увеличение значений экономических показателей, улучшение условий технического функционирования посредством повышения эффективности расходования энергии на один рубль оказываемых услуг, сокращение финансовой нагрузки на бюджет через сокращение платежей за электроэнергию и тепло.[4]

Энергосбережение в образовательных учреждениях состоит из трех видов мероприятий:

1. Анализ потребления энергоресурсов;
2. Формирование у сотрудников и студентов вуза бережливого отношения к энергоресурсам;

3. Внедрение комплекса энергосберегающих мероприятий по повышению энергетической эффективности потребления энергоносителей.

Одной из действенных мер по энергосбережению в российских ВУЗах является формирование культуры энергосбережения. С проблемами рационального использования энергетических ресурсов и способами их энергосбережения необходимо познакомить всех студентов на каждом уровне образования, с учётом возрастных особенностей и познавательных возможностей обучающихся. Необходимо формирование у студентов энергосберегающей модели поведения, ориентированной на бережливое и ответственное отношение к энергии и природным ресурсам. Студенты ВУЗов могут лично участвовать в программе энергосбережения, что даст возможность сформировать в их сознании представление о важности процесса энергосбережения. А также привыкнуть к бережливому отношению к потреблению энергоресурсов. Возможно, в будущем нынешнее поколение сможет совершить прорыв в энергосбережении во всей стране.[39]

1.2 Энергетические обследования бюджетных учреждений

Начальные этапы энергообследования для данных объектов принципиально не отличается от продельваемых при ЭО объектов энергетической отрасли. Заметные отличия существуют на последующих этапах - инструментальном обследовании, разработке плана мероприятий по реализации потенциала энергосбережения.[1]

Энергетическому обследованию **зданий и сооружений**, как первому шагу на пути реализации огромного потенциала энергосбережения, во всех развитых странах уделяется большое внимание.

В нашей стране, расходующей на отопление около трех четвертей энергетических ресурсов, несмотря на призывы и различные директивы, борьба с энергорасточительством в этой сфере идет совершенно неудовлетворительными темпами. В соответствующих документах нет четких

определений относительно выбора необходимой глубины ЭО. Полное инструментальное обследование и энергоаудит требуют больших временных и финансовых затрат, что является одним из препятствий внедрения в широкую практику ЭО.

Чтобы преодолеть это препятствие, эксперты предлагают для этих объектов во многих случаях ограничиваться **экспресс-обследованием**. Целью экспресс-обследования должно быть выявление энергорасточительных зданий, потребляющие наибольшее количество тепловой энергии на отопление за счет плохого качества теплозащиты ограждающих конструкций. Такие здания, выявляемые с помощью тепловизионной съемки в ходе экспресс-обследования, ставятся в число первоочередных для капитального ремонта с утеплением. В соответствии со СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий» сопротивление теплоотдачи стен, чердачных перекрытий должно быть увеличено по сравнению с существующим в 2-3 раза, в результате чего можно ограничиться тепловизионным обследованием с целью обнаружения скрытых дефектов в монтаже теплоизоляции и их последующего устранения.

Удельный расход тепловой энергии на отопление в зданиях, запроектированных до принятия решения о повышении их теплозащиты, составляет 180-200 кВт ч/м год и мало зависит от конструкции стен - блочных, кирпичных или панельных. По действующим нормам этот завышенный расход (по новым действующим нормам удельный расход ограничен величиной 95-105 кВтч/м год) обусловлен не какими-то дефектами конструкций, а плохим уровнем теплозащиты возводимых тогда в нашей стране зданий.

Экспресс-обследование эксплуатируемых жилых зданий включает определение электропотребление на освещение мест общего пользования, теплопотребления на отопление, горячее водоснабжение, включая вентиляцию и др.[1]

Основная доля энергопотребления приходится на отопление и горячее

водоснабжение, и поэтому при совершенствовании методики экспресс-обследования (а также полного ЭО) особое внимание уделяется именно этим направлениям энергопотребления. При этом основной целью экспресс-обследования является установление величины превышения фактического тепло- и водопотребления над требуемым для установления нормируемой температуры внутреннего воздуха и нормируемого воздухообмена в квартирах с учетом реальной заселенности дома и проектного значения сопротивления теплопередаче наружных ограждений до планового капитального ремонта с утеплением.

Конечными результатами экспресс-обследования системы отопления являются:

а) определение фактического теплопотребления за отопительный период;

б) определение соответствия/несоответствия температуры в подающем и обратном трубопроводах системы отопления графику отпуска тепла при различных среднемесячных температурах наружного воздуха. Это сравнение позволяет судить о правильности/неправильности режима отопления. Появляется также возможность сравнивать здания между собой и с нормативом по удельному показателю теплопотребления - основному показателю энергоэффективности зданий.

Результатом обследования **системы водоснабжения** является определение фактического потребления горячей и холодной воды за отопительный сезон на одного человека, л/чел., позволяющее сравнивать его с нормируемой величиной (СНиП 2.04.01-85), а также общее водо- и теплопотребление за год, отнесенное к квадратному метру площади квартир или помещений [м³/м²], [кВт·ч/м²]. Наиболее распространенными причинами повышенного потребления горячей и холодной воды являются: излишнее давление воды перед водоразборными кранами, нарушение циркуляции в системе горячего водоснабжения (вода поступает с пониженной температурой, что вызывает ее большой слив), наличие мест утечки в

системе водоснабжения.[1]

Обследование **систем вентиляции** включает измерения режимов приводных электродвигателей, определение объемов вентилируемого воздуха и тепла при наличии воздушных систем отопления.

Большинство заказчиков ЭО не имеют возможности реализовать собственными силами план мероприятий по ЭС ПЭЭ, разработанный СРО по итогам ЭО. Для таких случаев Федеральным законом от 27.11.2009 г. № 261 установлен порядок заключения энергосервисных договоров (контрактов), предметом которых является осуществление исполнителем действий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности.

1.3 Обеспечение энергосбережения и повышения энергетической эффективности бюджетными учреждениями

В Законе к этой группе отнесены также организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности.[1]

1. С 01.01.2010 г. бюджетное учреждение обязано в течение 5 лет снизить не менее чем на 15 % потребление (в сопоставимых условиях) основных энергоресурсов относительно уровня 2009 г. (с ежегодным снижением не менее чем на 3 %).

2. Главные распорядители бюджетных средств с 01.01.2010 г. планируют находящимся в их ведении бюджетным учреждениям ассигнования на оказание государственных и муниципальных услуг в объемах, учитывающих указанное в п. 1 сокращение потребления ими энергоресурсов. При этом не учитывается сокращение сверх установленного Законом объема потребленных энергоресурсов; экономия средств используется, в соответствии с бюджетным законодательством РФ, для оказания государственных услуг соответствующим организациям, в том числе на увеличение оплаты труда.

3. Уполномоченный федеральный орган исполнительной власти устанавливает порядок определения объема снижения потребляемых бюджетным учреждением энергоресурсов.

4. Для содействия ЭС ПЭЭ бюджетным учреждениям, расходующим на покупку энергоресурсов более 10 млн руб. в год, ответственный за проведение энергосберегающих мероприятий должен быть назначен из числа работников этого учреждения.

5. Утверждать и реализовывать программы в области ЭС ПЭЭ должны организации с участием государства или муниципального образования и организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности.

6. Требования к программам в области ЭС ПЭЭ организаций регулируются уполномоченным федеральным органом исполнительной власти либо органами исполнительной власти субъектов РФ, либо органами местного самоуправления. Программа должна содержать (в дополнение к подпунктам 1 и 2 пункта 5) показатели энергоэффективности объектов, модернизация которых планируется производственными или инвестиционными программами ООРВД.

7. Формирование производственных и инвестиционных программ, регулирование цен на товары и услуги организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности, должно осуществляться с учетом программ в области ЭС ПЭЭ организаций.

8. Регулирование цен (тарифов) на товары и услуги ООРВД должно осуществляться в форме утверждения долгосрочных тарифов на основе долгосрочных параметров регулирования деятельности, включая методы на основе обеспечения доходности инвестиционного капитала с использованием метода сравнения.

Для закрепления долгосрочных параметров, рассматривающих при утверждении долгосрочных тарифов, между органом местного самоуправления, органом государственной власти, реализовывающими функциями в области регулирования цен (тарифов), и ООРВД заключается

соглашение, определяющее права и обязанности сторон.

9. Расходы на проведение мероприятий по ЭС ПЭЭ должны быть включены в цены (тарифы) на товары и услуги организаций (включая определение инвестиционного капитала, рассматриваемого при утверждении долгосрочных тарифов) с учетом социально-экономического развития РФ.[1]

Порядок, методы и принципы установления цен (тарифов) на товары и услуги отвечают требованиям законодательства РФ о государственном регулировании цен (тарифов) с учетом изложенных выше положений.

10. При установлении регулируемых государством цен (тарифов) потребителям должна быть обеспечена возможность выбора цен (тарифов), которые дифференцированы по времени суток (установленным периодам времени). Может применяться дифференциация и по иным критериям, отражающим степень использования ЭР. Ее порядок устанавливается в соответствии с законодательством РФ о государственном регулировании цен (тарифов).

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

Образовательные учреждения, внедряющие энергосберегающие мероприятия по повышению энергоэффективности и энергосбережения, располагают двумя актуальными и тесно связанными между собой целями:

1. Формирование, у будущих специалистов технической политики в обществе, культуры энергосберегающего поведения.
2. Снижение потребления энергетических ресурсов в образовательных учреждениях.

Важнейшими задачами энергосбережения в образовательных учреждениях является следующее:

1. Снизить финансовые затраты бюджетной сферы на потребленные энергетические ресурсы;

2. Уменьшение нерационального потребления ресурсов;
 3. Внедрение систем учета потребления энергоресурсов организациями бюджетной сферы;
 4. Увеличение КПД работающих установок;
 5. Замена оборудования, не соответствующего современным требованиям.
 6. Усовершенствовать системы теплоснабжения, сократить потери энергоносителей в инженерных сетях.
 7. Повысить тепловую защиту зданий.
 8. Уменьшение негативного влияния объектов университета на окружающую среду.
 9. Уменьшить зависимости экономического положения образовательного учреждения от стоимости потребляемых энергоресурсов.
- Сэкономленные средства позволят улучшить материально-техническую базу образовательного учреждения, повысить оплату труда преподавателей, оказать помощь малоимущим студентам.

1.5 Формирования комплекса энергосберегающих мероприятий

Энергосбережение в российских вузах в настоящее время, как правило, рассматривается не в качестве комплексного подхода в деятельности учреждения, а в качестве деятельности по реализации отдельных энергосберегающих мероприятий, которым присущи ограничения во времени и ресурсах.[1] Виды мероприятий по энергосбережению, которые может осуществить вуз, зависят в основном от мероприятий, заложенных в региональные и муниципальные программы, а значит, финансово обеспечиваемых учредителем в рамках предоставления подведомственным вузам субсидий. Также возможно финансирование энергосберегающих мероприятий за счет средств от платных образовательных услуг.

Мероприятия по энергосбережению можно разделить на две основные группы:

1) Организационные мероприятия.

2) Технические мероприятия.

Организационные мероприятия включают в себя:

- доведение до персонала единого плана действий по организации энергосбережения;
- своевременную проверку и корректировку договоров с энергоснабжающими организациями;
- для повышения информированности персонала и учеников школы применение информационных плакатов, табличек по вопросам энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- назначение лиц, ответственных за реализацию конкретного мероприятия;

Технические мероприятия по энергосбережению в свою очередь можно разделить на:

1) Низко-затратные мероприятия:

- утепление оконных конструкций или замена старых окон на новые;
- удаление зеленых насаждений, которые затемняют окна;
- регулярная промывка и ремонт системы отопления с заменой теплоизолирующего слоя;
- утепление или замена входных дверей, утепление чердачных и подвальных помещений;
- установка теплоотражателей за батареями;
- регулярное отключение неиспользуемых приборов;
- систематический замер сопротивления изоляции электропроводов и силовых линий, что способствует минимизации потерь электроэнергии при транспортировке;
- систематическая чистка светильников и окон.

2) Среднезатратные мероприятия:

- замена устаревших светильников на энергосберегающие;
- замена чугунных батарей на алюминиевые или биметаллические;
- установка смесителей с фотоэлементом;
- монтаж систем управления движением с датчиками присутствия;
- замена ветхой электропроводки (полностью или частично);
- утепление или замена входных дверей, утепление чердачных и подвальных помещений.

3) Высокотратные мероприятия:

- утепление фасадов здания, ремонт крыши;
- модернизация тепловой сети, установка металлопластиковых труб.

В настоящее время большое значение приобретает совершенствование механизмов формирования комплекса энергосберегающих мероприятий в образовательных учреждениях.[1] Для формирования комплекса энергосберегающих мероприятий предлагается реализация следующих этапов:

- по каждому мероприятию определяются цели и задачи;
- назначается ответственный (координатор);
- определяется период и объем ресурсов, необходимый для проведения данных мероприятий;
- определяются приоритетные мероприятия в зависимости от возможного вклада в достижение главной цели и распределяются ресурсы, требуемые для реализации мероприятий.

Выполнение этих этапов формирования комплекса энергосберегающих мероприятий позволяет обеспечить:

- концентрацию ресурсов на решении приоритетных комплексных задач в области энергосбережения;
- длительный горизонт планирования, позволяющий оценить среднесрочные и долгосрочные социально-экономические эффекты;

- системный подход к формированию комплекса взаимоувязанных по ресурсам и срокам мероприятий для достижения поставленных целей;
- открытый порядок формирования и реализация мероприятий и хода их реализации;
- более рациональное использование выделенных финансовых ресурсов и обеспечение прозрачности их освоения.

Такой подход позволит не только стимулировать проведение энергосберегающих мероприятий, но и рационально использовать финансовые ресурсы.

1.6 Оценка экономической эффективности энергосберегающих мероприятий

Энергосбережение не является самоцелью, а экономия энергоресурсов и энергии не может достигаться любой ценой. В худшем варианте финансовые потери на разработку и реализацию энергосберегающих программ/мероприятий могут превысить экономический эффект от энергосбережения. Для предотвращения финансовых потерь при формировании комплекса энергосберегающих мер необходима разработка методов оценки эффективности программ ЭС ПЭЭ при оптимизации стартовых инвестиций, предназначенных для их реализации. В свою очередь, для формирования оптимизированных программ ЭС ПЭЭ необходима классификация энергосберегающих мероприятий.[1] Предложено две основных, достаточно тесно связанных между собой классификации:

- а) по длительности реализации, срокам окупаемости и экономическому эффекту,
- б) по характеру мероприятий: организационные, технические, технологические и др.

I группа - высокоэффективные краткосрочные (менее 1 года), к которым относятся организационные (малозатратные) мероприятия:

- составление и поддержание технических и энергетических

паспортов;

- нормирование удельных расходов электроэнергии по видам деятельности, в том числе на поддержание приемлемых санитарно-гигиенических условий для обслуживающего персонала в помещениях технологического назначения;
- повышение уровня информированности персонала и населения в области энергосбережения;
- предоставление потребителю права распоряжаться сэкономленными с помощью энергосбережения средствами, прежде всего на поощрение персонала и создание инвестиционного фонда для мероприятий, требующих более объемного финансирования;

В эту группу можно также включить некоторые организационно-технические и рационализаторские энергосберегающие мероприятия со сроком окупаемости 5-6 месяцев:

- соблюдение энергоэкономичных технологических режимов и графиков работы;
- замену энергооборудования избыточной мощности на оборудование номинальной мощности;
- оснащение потребителей счетчиками энергоресурсов, включая воду, стоки, сбросы и др.

Доля малозатратных мероприятий может составлять 30-50 % всего потенциала энергосбережения предприятия.

II группа - среднеэффективные и среднесрочные мероприятия, к которым относятся как достаточно масштабные организационные мероприятия, так и технические/технологические:

- разработка и внедрение стандартов энергоэффективности эксплуатации зданий и промышленного оборудования, использования топлива;
- применение установок компенсации реактивной мощности;
- снижение мощности обогревателей вследствие утепления и

ремонта помещений;

- настройка и оптимизация работы агрегатов;
- замена морально и физически устаревшего оборудования на современное энергоэффективное.

Эта группа мероприятий требует значительных инвестиций и осуществляется в случаях, когда эффект от энергосбережения в приемлемые сроки (не более 2-3 лет) окупит затраты на их реализацию.

III группа - долгосрочные высокозатратные мероприятия организационного и технического/технологического характера, которые предусматривают:

1. Реформу тарифообразования.
2. Снятие ограничений рынков электроэнергии и газа.

3. Разработку и реализацию комплекса мер по повышению энергетической и экологической эффективности использования энергоресурсов и энергоносителей. К ним следует отнести: коренную реконструкцию производства, капитальный ремонт жилых и производственных зданий с целью повышения теплового сопротивления ограждающих конструкций и модернизации внешних и внутренних инженерных коммуникаций.

Для реализации этих мероприятий, как правило, требуются внешние заимствованные средства. Срок окупаемости этих мероприятий часто оказывается большим, и поэтому экономическая эффективность их относительно невысока.

В строгих расчетах используется параметр *технический потенциал энергосбережения*, который определяется достижимыми на сегодня уровнями энергоэффективности техники и технологий, ограниченными физическими принципами.

В технико-экономических расчетах *технический потенциал энергосбережения* оценивают путем сравнения для каждого сектора экономики уровня эффективности технологий, используемых в России, с уровнем эффективности имеющихся на рынке технологий, применяемых в передовых

странах.

Оценка экономической состоятельности инвестиционных проектов в области энергосбережения базируется на расчете критериев эффективности, основные из которых следующие:

- чистая текущая стоимость;
- рентабельность инвестиций;
- внутренняя норма прибыли;
- период окупаемости инвестиций.

В целом она не отличается от оценок любых инвестиционных проектов.

При оценке экономически целесообразного потенциала энергосбережения следует иметь в виду другие положительные внешние эффекты, такие, например, как снижение выбросов других загрязняющих веществ, кроме парниковых газов. Учет этих эффектов, а также повышение цен на энергоресурсы и снижение капитальных затрат увеличивают долю экономически целесообразных инвестиций.[1]

1.7 Перечень систем потребления энергетических ресурсов в образовательных учреждениях

Основные расходы энергии связаны с системами электроснабжения, отопления, вентиляции и водоснабжения, поскольку основными объектами – потребителями ТЭР – являются – здания и сооружения

Знание данной системы позволит осмысленно подойти к формированию энергосберегающей культуры поведения и реализации возможностей энергосбережения.

Система электроснабжения. Основные группы потребителей в образовательных учреждениях:

1. Освещение 50-70%,
2. Потребители с электродвигателями 10-30%,

3. Нагревательные установки разного назначения которые являются потребителями 10-20% электроэнергии,

4. ЭВМ до 10%

5. Разнообразные лабораторные стенды.

В системе электроснабжения образовательных учреждений имеются: понижающие трансформаторные подстанции (ТП), которые напряжения 10/6 кВ понижают до 380/220 В, электрические сети напряжением 10, 6 и 0,4 кВ и электроприемники. В основном все приемники в образовательных учреждениях электрической энергии питаются переменным током напряжением 220 или 380 В и частотой 50 Гц.

Режим работы электроприемников в основном продолжительный, это характерно для систем освещения, компьютерной и оргтехники. Лабораторное оборудование работает небольшое время в течение года, но за счет большой мощности энергии потребляет много.

Системы теплоснабжения. Образовательные учреждения используют тепловую энергию для отопления, горячего водоснабжения, приточной вентиляции и отопительных завес. Потребители тепловой энергии бывают двух видов:

1. С собственной котельной

2. С питанием со стороны.

Подвод тепловой энергии производится на тепловые пункты (абонентские вводы). Тепловые пункты делятся на:

1. Индивидуальные (ИТП), обслуживающие одно здание;

2. Централизованные (ЦТП), обслуживающие группу зданий.

В большинстве образовательных учреждений не установлены приборы учета тепловой энергии, это требует обстоятельного инструментального обследования и анализа.

Основными потребителями тепловой энергии в образовательных учреждениях являются:

1. Отопление 55-70 %,

2. Горячее водоснабжение 16-30 %,
3. Вентиляция 10-25 %.

Основные группы потребителей в образовательных учреждениях являются:

1. Учебные и лабораторные корпуса.
2. Общежития.
3. Субабоненты и прочие потребители

Системы топливоснабжения. Образовательные учреждения потребляют разные виды котельно-печного топлива (уголь, торф, дрова, мазут, печное бытовое или дизельное). Также используют природный газ для лабораторных установок и пищеблоков. Натуральные объемы топлива для всех теплоисточников и теплопотребляющих установок можно определить по результатам расчетов надобности в тепле и расходов топлива на производство объемов в час и год.

Системы водоснабжения и водоотведения. Образовательные учреждения получают холодную воду из сетей предприятий водоснабжения. Воду используют в основном на деятельность лабораторий, санитарно-гигиенические нужды, а также на приготовление пищи и другие хозяйственные нужды.

В образовательных учреждениях также осуществляется процесс водоотведение (производственные, бытовые и ливневые стоки). Источниками производственных стоков являются котельные оборудования и лабораторные установки. Ливневые стоки отводятся в городской ливневый коллектор или в систему городской канализации, а производственные стоки в систему городской канализации.

Из этого следует, что все образовательные учреждения располагают большим потенциалом снижения потребления энергоресурсов, а следовательно уменьшение энергозатрат во всех ключевых сферах:

- Энергоснабжение.
- Теплоснабжение.

- Топливоснабжение.
- Водоснабжение.

1.8 Характеристика ТПУ как объекта потребления энергии и энергетических ресурсов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет – Томский политехнический университет – ведущий технический университет страны. Основан в 1896 г. как Томский технологический институт практических инженеров Императора Николая II. Стал первым инженерным вузом в азиатской части страны. Сегодня ТПУ входит в топ-10 университетов России и топ-400 университетов мира.

В ТПУ ведется подготовка бакалавров по 49 направлениям, специалистов по 56, магистров по 34, аспирантов по 72 и докторантов по 24 специальностям.

Обучение проходят 18801 студентов

- в т.ч. студентов очного отделения - 9 714
- очно-заочного отделения - 523
- заочного отделения - 7 639

Число студентов, обучающихся по программам

- бакалавриата - 12012
- специалитета - 3664
- магистратуры - 2405

Общее количество студентов, обучающихся на договорной основе - 9 865

- в т.ч. студентов очного отделения - 2 754
- очно-заочного отделения - 354
- заочного отделения - 6 777

Институты учебные:

- ИПР Институт природных ресурсов
- ЭНИН Энергетический институт

- ИФВТ Институт физики высоких технологий
- ФТИ Физико-технический институт
- ИК Институт кибернетики
- ИНК Институт неразрушающего контроля
- ИСГТ Институт социально-гуманитарных технологий
- ЮТИ Юргинский технологический институт ТПУ
- ИнЭО Институт электронного обучения

Инфраструктура ТПУ состоит из 29 учебных и лабораторных корпусов, 15 студенческих общежитий, 7 спортивных площадок, а также в расположение ТПУ входят бассейн, стадион, лыжная база, научный парк, бизнес-инкубатор, международный культурный центр, научно-техническая библиотека, учебно-научный центр «Исследовательский ядерный реактор», учебный полигон для геологических практик в Хакасии.

Источник финансирования в ТПУ (по итогам 2015 г.):

Консолидированный бюджет (млн. руб.), в т. ч. - 8148

- бюджетное финансирование - 50,7%
- платная образовательная деятельность – 8,4%
- выполнение научно-исследовательских проектов - 23,6%
- целевые средства, пожертвования компаний и частных лиц - 2,06%
- иные источники - 15,23%

Научно-техническая библиотека ТПУ – это одна из самых первых библиотек технического профиля за Уралом. Библиотека расположена в отдельном здании, книжный фонд библиотеки составляет более 2,7 мил. книг.

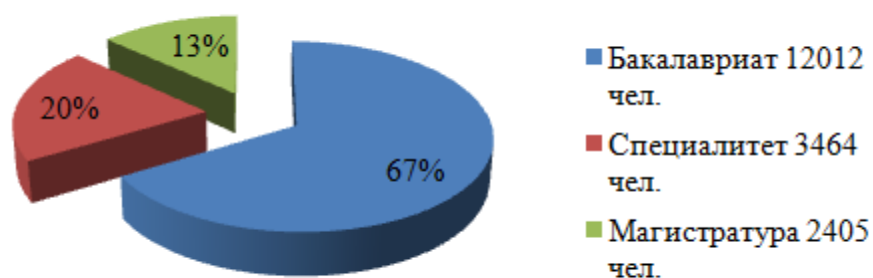


Рисунок 1.1 – Распределение студентов ТПУ по программам обучения.

Вывод по первой главе

Образовательные учреждения располагают значительным потенциалом энергосбережения и реальными возможностями экономии бюджетных средств. В связи с этим большое значение приобретает совершенствование механизмов формирования комплекса энергосберегающих мероприятий в образовательных учреждениях. Такой подход позволит не только стимулировать проведение энергосберегающих мероприятий, но и рационально использовать финансовые ресурсы.

2. МЕРОПРИЯТИЯ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ТПУ

2.1 Основной технологический потенциал энергосбережения в образовательных учреждениях

Основными задачами в образовательных учреждениях в области энергосбережения и повышения энергоэффективности являются внедрение современных ресурсо- и энергосберегающих технологий, а также замена устаревшего оборудования на новое, которое позволит экономно употреблять энергетические ресурсы.[2]

В современном мире рынок энергосберегающих технологий располагает множеством самых разнообразных и универсальных решений. В данном разделе будут рассмотрены ряд наиболее оптимальных технологических мероприятий энергосбережения и повышения энергетической эффективности в системе образовательных учреждений:

- Электроснабжения
- Теплоснабжения
- Холодного и горячего водоснабжения.

2.2 Экономия электрической энергии в системе освещения

2.2.1 Внедрение автоматизированной информационно-измерительной системы контроля и учета электрической энергии (АСКУЭ)

Применение автоматизированной информационно-измерительной системы учета электрической энергии (мощности) позволит обеспечить автоматический сбор, обработку и хранение данных со счетчиков электроэнергии, передачи их в центр сбора и отображения полученной информации в удобном для анализа виде.

Основной целью учета энергоресурсов является получение достоверной информации о величине полученной электрической энергии, а также о величине потерь при транспортировке электроэнергии для решения технико-экономических задач на всех уровнях управления в энергетике.

Автоматизация технического учета позволит обеспечить:

- автоматический сбор и обработку параметров электропотребления;
- точность и надежность учета электроэнергии и мощности;
- на основе автоматического составления балансов электроэнергии, произвести учет и анализ потерь электроэнергии;
- рациональное потребление электроэнергии при использовании АСКУЭ, для разработки и контроля эффективности мероприятий по энергосбережению.

Применение автоматизированной системы учета потребления электроэнергии позволит снизить электропотребление на 5–10% за счет рационального энергоиспользования.

2.2.2 Замена осветительных установок на энергоэффективные

На сегодняшний день в системе освещения самым популярным технологическим решением рассматривают замену ламп накаливания на современные энергоэффективные источники света. Одними из наиболее популярных энергоэффективных источников света являются:

- Люминесцентные.
- Компактные люминесцентные.
- Светодиодные

Стоит отметить, что лампы накаливания, которые сыграли большую роль в развитие человечества, на сегодняшний день являются недопустимо устаревшим источником света.

Основные характеристики источников света представлены в табл.2.1, важнейшей из которых является показатель удельной световой энергии, вырабатываемой за срок службы. Если принять величину световой энергии от лампы накаливания за единицу, то все остальные типы ламп в разы (даже на порядок) вырабатывают больше световой энергии чем лампы накаливания.

Таблица 2.1 Основные характеристики источников света

Тип источника света	Средний срок службы, тыс.ч	Индекс цветопередачи Ra*	Световая отдача, лм/Вт	Удельная световая энергия вырабатываемая за срок службы	
				Млм*ч/Вт	Отн.ед.
Лампы накаливания	1	100	8–17	0,014	1
Люминесцентные лампы	15–25	47–82	38–100	1,20	89
Компактные люминесцентные лампы	5–15	80–85	65–87	0,78	60
Светодиодные лампы	25	85–90	80–120	2,5	192

* Примечание. Коэффициент цветопередачи – параметр, определяющий соответствие естественного цвета тела видимому (кажущемуся) цвету этого тела при освещении его данным источником света. Источник света у которого показатель цветопередачи Ra = 100 излучает свет, примерно оптимально отображающий все цвета. Чем ниже значения цветопередачи, тем хуже отображаются цвета освещаемого объекта.

Люминесцентная лампа. Данные источники освещения представляют собой газоразрядные ртутные лампы низкого давления. Невидимое для глаз человека ультрафиолетовое излучение, полученное как результат газового разряда, преобразуется в обычный свет с помощью покрытия из люминофора, который нанесён на внутреннюю сторону стекла.

Этот процесс преобразования называется люминесценция, что и послужило основанием для наименования этих источников освещения.[5]

Прямые трубчатые люминесцентные лампы (Рис.1.1) — это широко распространенные газоразрядные ртутные лампы низкого давления. Представляют собой стеклянный баллон с двумя цоколями (с выводными контактами) на обоих концах баллона, а также два подогреваемые катода из вольфрамовой нити или стальной трубки. Баллон заполнен парами ртути и инертным газом (аргоном). Длина трубки напрямую связана со светоотдачей лампы. Применяются в жилых и общественных помещениях.



Рисунок 2.1 – Прямые трубчатые люминесцентные лампы

Люминесцентные лампы в виде кольца (Рис.1.2) — представляют собой одну из разновидностей классической люминесцентной лампы, которая отличается своей закрученной формой. Благодаря своей необычной конструкции, такие лампы в виде кольца могут обеспечивать более высокий уровень освещения, нежели аналогичные линейные лампы. Как правило, лампы данного типа используются в круглых или квадратных светильниках.



Рисунок 2.2 – Люминесцентные лампы в виде кольца

Преимущества люминесцентных ламп:

- большой диапазон цветности;
- обеспечивает такой же световой поток как и лампы накаливания, но потребляют в 4-5 раз меньше энергии;
- обладают низкой температурой колбы;
- высокий срок службы;

Недостатки люминесцентных ламп:

- при повышенных температурах снижает световой поток;
- содержит ртуть

Компактные (энергосберегающие) люминесцентные лампы (Рис.2.3) вырабатывают свет по тому же принципу, что и обычные люминесцентные, только на гораздо меньшей площади, и являются компактной альтернативой люминесцентным лампам-трубкам.[5]



Рисунок 2.3 – Компактные люминесцентные лампы

Преимущества компактных ламп по сравнению с лампами накаливания:

- потребление меньшего количества тока при том же количестве света;
- срок службы в 6-15 раз больше по сравнению с обычными лампами накаливания и составляет;
- длительный срок службы;
- возможность выбора цвета свечения.

Недостатки компактных ламп:

— наличие ртути не является положительным моментом в использовании таких ламп, хотя новые КЛЛ используют не ртуть, а амальгаму, что снижает вредное воздействие на окружающую среду;

— нужна специальная утилизация.

Светодиодная лампа (Рис. 1.4) – Светодиодная лампа является одним из самых экологически чистых источников света. В качестве источника света используют светодиоды, применяются для бытового, промышленного и уличного освещения. Принцип свечения светодиодов позволяет использовать в производстве и работе самой лампы безопасные компоненты.[7]

Светодиодные лампы не содержат ртутьсодержащих веществ, поэтому они не представляют опасности в случае выхода из строя или разрушения.

Конструкции современных светодиодных ламп обеспечивают их полную совместимость с существующими конструкциями ламп накаливания, что позволяет легко для замены ламп накаливания подобрать такую же светодиодную лампу и любому человеку самостоятельно ее установить. По техническим характеристикам светодиодные лампы представлены более широким рядом, что способствует полностью реализовать возможности и идеи светового дизайна.

Главным достоинством светодиодных ламп является:

- низкое энергопотребление;
- большой срок службы;
- полная экологическая безопасность;
- малое выделение тепла;
- пожарная безопасность;
- возможность создавать лампы любых форм и размеров;

- устойчивость к сильной вибрации и ударам;
- возможность устанавливать в светильники вместо лам накаливания.



Рисунок 2.4 – Светодиодная лампа

Пример применения энергосберегающих ламп. Произведем расчет эффективности замены лампы накаливания на компактные люминесцентные лампы.

Для расчета примем лампу накаливания мощностью 100 Вт и компактную люминесцентную лампу 20 Вт. Допустим, средняя стоимость энергосберегающей лампы 150 руб., а лампы накаливания 10 руб. Средняя продолжительность использования любой из ламп 180 часов в месяц (по 6 часов в день).

Рассчитаем для начала средний срок службы каждой из ламп. Лампа накаливания служит 1000 часов.

Разделим это число на 180 ч и получим 5,5 месяцев. Именно столько в среднем проработает лампа накаливания.

Срок службы энергосберегающей лампы – до 8000 часов. Поделив эту сумму на 180 ч, получаем 44 месяца, то есть примерно 3,5 года.

Предположим, тариф на электроэнергию равен 3, 98 рубля, и произведем расчет по формуле.

Таблица 2.2 – Сравнение ЛН и КЛЛ

Тип	ЛН 100 Вт	КЛЛ 20 Вт
Срок службы	1000 часов или 1000/6-166 дней	8000 часов или 8000/6=1277 дня
Цена	10 руб.	150 руб.

Посмотрим, какова будет экономия в год.

1. Лампа накаливания: $0,1 \text{ кВт} \cdot 1000 \text{ ч}$ (в среднем в год) $\cdot 3,98 \text{ руб.}$
 $= 398 \text{ рублей в год.}$

2. Энергосберегающая лампа: $0,02 \text{ кВт} \cdot 1000 \text{ ч}$ (в среднем в год) $\cdot 3,98 \text{ руб.} = 79,6 \text{ рублей в год.}$

Посчитаем затраты за 3,5 года.

1. Лампа накаливания: $0,1 \text{ кВт} \cdot 8000 \text{ ч}$ (среднее за 3,5 года) $\cdot 3,98 = 3184 + 80 \text{ руб.}$ стоимость 8 ламп $= 3264 \text{ руб.}$

2. Энергосберегающая лампа: $0,02 \text{ кВт} \cdot 8000 \text{ ч}$ (среднее за 3,5 года) $\cdot 3,08 \text{ руб.} = 636,8 \text{ руб.} + 150 \text{ руб.}$ стоимость одной лампы $= 686,8,8 \text{ руб.}$

Расчет показал, что замена одной ЛН на КЛЛ даст ежегодную экономию в 318,4 рубля.

2.3 Тепловая энергия и вода

2.3.1 Экономия тепловой энергии в системе отопления

Одними из самых основных и популярных технологических мер по снижению тепловых потерь в системе отопления в образовательных учреждениях можно выделить следующее:

- 1) Организация приборного учета и контроля над использованием тепловой энергии;
- 2) Установка индивидуальных регуляторов температуры взамен кранов регулировки;

- 3) Замена отопительных приборов устаревшей конструкции на современные приборы с улучшенной теплоотдачей;
- 4) Замена старых деревянных окон на современные стеклопакеты с улучшенными теплоизолирующими свойствами;
- 5) Уменьшение потерь тепла через ограждающие конструкции с помощью современных теплоизоляционных материалов;
- 6) Экономия тепловой энергии за счет снижения отопительной нагрузки в нерабочее время.

Организация приборного учета и контроля над использованием тепловой энергии. Организация приборного учета тепловой энергии и расхода теплоносителя относится к организационным мерам и позволит обеспечить фактическое потребление тепловой энергии, которое в целом возможно будет отличаться от заданной тепловой нагрузки зданий сооружений. Данное отличие в результате эксплуатации систем теплоснабжения, оборудованных узлами учета теплоснабжения, может составлять до 30 % от проектных показателей. Превышение проектного теплоснабжения, в большинстве случаев, связано с ухудшенными характеристиками ограждающих конструкций.

Учет и регистрация потребления тепловой энергии позволит решить следующие основные задачи:

- осуществить контроль за тепловым и гидравлическим режимами работы систем теплоснабжения;
- обеспечить постоянный контроль над потреблением тепловой энергии;
- вести документирование параметров теплоносителя (массы, температуры, давления прямой и обратной воды).

Внедрение приборов учета и регистрации потребления тепловой энергии позволит за счет рационального использования энергии, снизить потребление тепловой энергии в среднем на 10%.

Организация учета и контроля должна стимулировать внедрение энергосберегающих мероприятий.

Установка индивидуальных регуляторов температуры взамен кранов регулировки. Нагревание радиатора происходит за счет циркуляции в нем горячей теплоносущей жидкости. Чем выше температура и/или объем поступающего в радиатор теплоносителя, тем сильнее он нагревается, тем самым, повышая температуру в помещении, где он установлен. Соответственно, при снижении температуры и/или объема жидкости, уменьшается нагрев радиатора и снижается температура в помещении.

Для регулировки температуры батарей отопления применяются различные устройства, позволяющие создавать комфортные условия в обогреваемых помещениях. Одним из видов таких устройств является регуляторы температуры, которые позволяют контролировать и поддерживать комфортную температуру в помещении.

Принцип работы регулятора заключается в **плавном изменении объема теплоносителя**, поступающего в радиатор за определенную единицу времени.



Рисунок 2.5 – Ручной регулятор температуры

Регулятор состоит из клапана с входным и выходным патрубком и установленной внутри запорной головкой конусного типа, связанной с рукояткой, на которой имеется отградуированная шкала.

При повороте рукоятки в ту или другую сторону запорная головка перемещается относительно проходного отверстия клапана, увеличивая или уменьшая объем поступающей жидкости.

Необходимая температура радиатора устанавливается поворотом регулировочной рукоятки по соответствующим меткам на шкале.

Преимуществами ручных вентиляей:

- простота конструкции;
- надежность в работе;
- небольшая стоимость.

Замена отопительных приборов устаревшей конструкции на современные приборы с улучшенной теплоотдачей. Старые чугунные радиаторы установленные в большинстве помещений еще с советских времен не только ухудшают теплоотдачу из за давно скопившихся в них ржавчины и грязи, но и портят эстетичный и гармоничный вид. Одним из наиболее популярных решений данной проблемы является замены чугунных радиаторов на современные радиаторы отопления.

Биметаллические типы радиаторов отопления (Рис.2.6) – это отличный вариант. У них высокая теплоотдача за счет того, что в конструкции присутствует алюминий. Также такие батареи являются очень прочными, а их срок эксплуатации также большой – из-за того, что устройства комплектуются металлическими трубами.[10] Но единственным недостатком биметаллических батарей является их высокая стоимость.



Рисунок 2.6 – Биметаллические типы радиаторов отопления

Преимущества:

- 1) Высокая теплоотдача;
- 2) Высокое рабочее давление;
- 3) Низкая тепловая инертность;
- 4) Элегантный дизайн;
- 5) Нейтральность к химическому составу теплоносителя;
- 6) Малый объем теплоносителя;
- 7) Простота монтажа.

Замена старых деревянных окон на современные стеклопакеты с улучшенными теплоизолирующими свойствами. От 50% до 80% тёплого воздуха уходит из помещений через щели в окнах. Чаще всего оконные коробки неплотно прилегают к проёмам стен. Между рамами и створками, в местах заделки стекла имеются зазоры. Для устранения данных ненужных потерь применяются энергосберегающие окна. Современная оконная система – это герметичный стеклопакет с уплотнениями между рамами и стёклами и иными энергосберегающими технологиями.[8]

Всё большую популярность в России и за рубежом обретают **окна из поливинилхлорида (ПВХ)**. Они состоят из многокамерных ПВХ-профилей усложнённой конструкции с укрепляющими элементами из металла. Такая комбинация приводит к существенному повышению показателя термосопротивления, который увеличивается с использованием двухкамерных стеклопакетов.

Достоинства ПВХ:

- Хорошо препятствуют проникновению шума с улицы в помещение;
- Позволяют экономить ресурсы отопления, так как удерживают тепло в помещении достаточно эффективно;
- Подходят для установки в любых помещениях, могут быть любой формы и любых размеров;

- Не требуют сложного ухода, хорошо вписываются в любой интерьер;
- Качественный профиль имеет долгий срок службы;
- Доступная цена;
- Широкий выбор производителей и моделей;
- Можно выбрать любую конструкцию – от самой простой глухой до сложной, оборудованной защитой от взлома.

Уменьшение потерь тепла через ограждающие конструкции с помощью современных теплоизоляционных материалов. Чтобы повысить энергоэффективность здания и создать оптимальные условия для комфортного проживания, существует комплекс дополнительных мероприятий. Одной из основных задач является теплоизоляция каждого элемента конструкции. Использование современных теплоизоляционных материалов позволяет существенно снизить потери через ограждающие конструкции. Одни из самых распространенные теплоизоляционные материалы на сегодняшний день являются: минераловатные, пенополистирольные и стекловаты.

Минеральная вата (Рис.2.7) – Минеральная каменная или базальтовая вата – один из эффективных утеплителей, используемых для тепло- и шумоизоляции стен, полов, перегородок и кровель зданий, промышленного оборудования и инженерных сетей. Данный теплоизоляционный материал состоит из тонких волокон - их толщина зависит от сырья, из которого они изготовлены. Волокна могут быть расположены слоисто-, горизонтально, вертикально или же иметь пространственное или гофрированное структурное расположение. Любой из видов такого теплоизолятора имеет достаточно высокую стойкость к повышенным температурам, хорошо сохраняет тепло и защищает дом от внешнего шума. Но вот по эффективности утепления, по стойкости к химическому воздействию и по другим важным параметрам между ними могут быть весьма серьезные отличия. Применение

минеральной ваты позволит обеспечить сохранение в здании тепла, а также обеспечит качественную звукоизоляцию помещений.[9] Основные достоинства минераловатной изоляции :

- высокая паропроницаемость;
- огнестойкость;
- устойчивость к температурным колебаниям и воздействию воды;
- хорошая теплоизолирующая способность;
- абсолютная экологичность.



Рисунок 2.7 – Минеральная вата

Пенополистирол (Рис.2.8 является очень легким материалом, который имеет низкую теплопроводность и паропроницаемость. Благодаря такому составу (всего 2% сырья), он считается, по сравнению с аналогами, относительно дешевым материалом. В основном пенополистирол предназначен для теплоизоляции ограждающих конструкций зданий и сооружений. Обладает высокой плотностью, низкой теплопроводностью и долговечностью.



Рисунок 2.8 – Пенополистирольные плиты

Стекловата (Рис.2.9) – это один из самых старых утеплителей на основе стекла. Материал получают из остатков и отходов стекольного производства. Тончайшие волокна формируют в плиты и маты, которые служат хорошим теплоизолятором. С приходом теплоизоляторов нового поколения популярность стекловаты резко сократилась по той причине, что с ней крайне некомфортно работать. Даже при слабом механическом воздействии она превращается в тонкую пыль, которая раздражает кожу и слизистые. Поэтому во время монтажа используются средства индивидуальной защиты: перчатки, респиратор, очки, спецодежда. Чтобы уменьшить хрупкость материала, его дополнительно армируют.



Рисунок 2.9 – Стекловата

Достоинства стекловаты:

- Хорошие теплоизоляционные свойства.
- Влагоустойчивость.
- Удобство в транспортировке.
- Нетоксичность.
- Пожаробезопасность.
- Устойчивость перед микроорганизмами.
- Невысокая цена стекловаты.

Недостатки стекловаты:

- Повышенная ломкость волокон.

- Необходимость в надежной изоляции стекловаты.
- Неустойчивость перед лучами солнца.
- Относительно короткий срок эксплуатации.

2.3.2 Устранение потерь в системах горячего и холодного водоснабжения.

На сегодняшний день одним из способов устранения потерь в системе водоснабжения и водопотребления является **установка приборов учета расхода холодной и горячей воды**. Посредством прибора определить, какое именно количество холодной или горячей воды расходуется в течение часа, суток или месяца и соответственно, оплачивать только потребляемый объем. Как правило, подобная экономия составляет не менее 40%.

По конструктивному своему исполнению водосчётчики имеют следующую классификацию:

- электромагнитные (индукционные);
- ультразвуковые;
- вихревые (вихреакустические);
- тахометрические (крыльчатые одноструйные, крыльчатые многоструйные и турбинные).

Рассмотрим принципы действия и некоторые технические особенности каждого из них.

1. Электромагнитные счётчики воздействуют на поток электропроводной жидкости с помощью электромагнитного поля, таким образом, требуя перманентного электропитания, что объясняет их высокую стоимость.

2. Ультразвуковые счётчики воды могут функционировать как от сети, так и автономно. Отсутствие вращающихся частей приводит к значительно меньшей чувствительности к загрязнениям в воде, что

одновременно ведёт к их высокой стоимости. Плюсом является также их компактность.

3. Вихревые счётчики приводятся в действие на основе того, что способны преобразовать ультразвуковую фиксацию чередования сгустков в показатели расхода. Логично, что эти приборы требуют постоянного питания электричеством.

4. Тахометрические - самые дешёвые среди вышеописанных. Они не требуют электропитания и работают на том принципе, что крыльчатка или турбина, вращающаяся за счёт движения потока, передаёт сигналы вращения счётчику. Самый дешёвый из них - крыльчатый, самый дорогой - турбинный, он чувствительнее всех остальных и ценится за свою устойчивость к перезагрузкам.

Еще одним из способов устранения причин нерационального расходования воды является применение **современной водоразборной и наполнительной арматуры**. Установка современной водоразборной арматуры позволит снизить расход холодной воды на 17%. Предлагается установить водосберегающие **аэраторы**. [12] Характеристики экономичных аэраторов, приведены в таблице 2.3.



Рисунок 2.10 – Внешний вид экономичных аэраторов

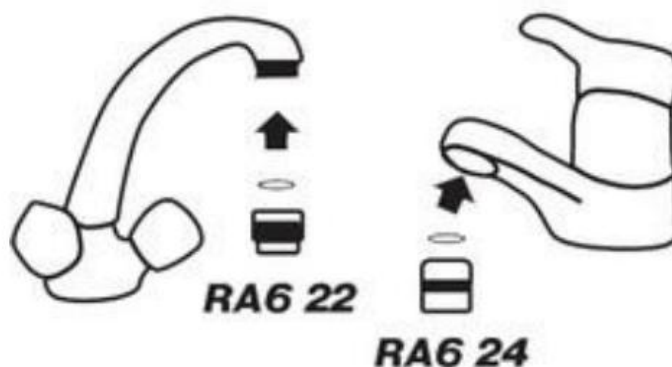


Рисунок 2.11 – Схема присоединения экономичных аэраторов



Рисунок 2.12 – Результат применения экономичных аэраторов

Конструкция регулятора расхода воды устроена таким образом, что вода протекает между звездочкой и эластичным кольцом. При открытии водопроводного крана, по мере возрастания давления в системе, кольцо расплющивается и закрывает звездочку, плавно уменьшая проходное отверстие между звездочкой и кольцом. При закрытии водопроводного крана наблюдается обратный процесс. Скорость движения воды между звездочкой и кольцом увеличивается при уменьшении зазора, что приводит к визуальному и осязаемому ощущению мощного.

Таблица 2.3 – Характеристики экономичных аэраторов

	KL6 22: • Экономный аэратор-регулятор анти известковый • Проток воды 4, 6, 8, 14 литров/минута • Внутренняя резьба • Использование: накрутить на водопроводный кран • Обеспечивает максимальную аэрацию воды • Экономия 30-50% воды и энергии
	KA6 24: Экономный аэратор-регулятор анти известковый • Проток воды 4, 6, 8, 14 литров/минута • Внешняя резьба • Использование: накрутить на водопроводный кран • Обеспечивает максимальную аэрацию воды • Экономия 30-50% воды и энергии
	КАЮ: • Проточный регулятор для душа • Проток воды 8, 10, 12, 14 литров/минута • Используется для всех видов душевых насадок • Использование: инсталляция между краном и душевым шлангом • Экономия 30-50% воды и энергии

Для снижения потребления холодной и горячей воды также можно использовать смесители на фотоэлементах – это бесконтактные сенсорные электронные краны, предназначенные для автоматической подачи воды из систем водоснабжения. Бесконтактные – это значит, что до них не нужно дотрагиваться, чтобы пошла вода. Сенсорные - что они чувствительны к малейшему движению, которое считывает инфракрасный датчик, вставленный в панель под краном. Датчик работает либо на батарейках, которые вставляются внутрь корпуса или во внешний блок с электроклапаном, либо от сети (для этого под раковиной должна быть

оборудована розетка). Смесители имеют функцию регулировки температуры воды, для этого имеется вентиль или рычаги.

Смеситель состоит из индукционного датчика и блока управления. Датчик, в зависимости от настроек создает определенное магнитное поле, если в него попадает посторонний предмет, производит передачу сигнала на блок управления. Блок управления открывает воду, после завершения подачи сигнала, вода автоматически прекращает течение.

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.

Вывод по второй главе

Рассмотренные в данной главе мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в образовательных учреждениях позволяют значительно снизить потребление энергетических ресурсов, следовательно, рационально использовать финансовые ресурсы.

3. АНАЛИЗ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ, ПОТРЕБЛЯЕМЫХ ОБЪЕКТАМИ ТПУ

3.1 Потребление электрической энергии

3.1.1 Организация системы электроснабжения

Система электроснабжения объектов ТПУ производится от Томских городских электрических сетей (ТГЭС) и от ОАО "Томскэнерго". Незначительное количество электроэнергии потребляется учебным полигоном университета в Хакасии от электрических сетей АО "Хакасэнерго". Источниками электроснабжения являются подстанции Южная и Спутник напряжением 35/6 кВ и ряд ТП напряжением 6/0,4 кВ.

На ПС "Южная" установлены понижающие двухобмоточные масляные трансформаторы серии ТДНС – 25000 –35/6. К ПС "Южная" присоединены три основные трансформаторные подстанции типа ТП 671–43, ТП 671–82, ТП 671–91.

Сведения о трансформаторных подстанциях приведены в таблице 3.1.1

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

По надежности электроснабжения объекты ТПУ имеют следующие категории:

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

Таблица 3.1.1 – Сведения о трансформаторных подстанциях

Наименование ТП	Тип трансф–ра	Количество трансф–ов	Суммарная уст.мощностьТП 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

Продолжение таблицы 3.1.1

ТП671–7	ТМ 630/6	2	1260	6/0,4
ТП 671–8	ТМ 630/6	2	1260	6/0,4
ТП 67 1–27	ТМ 560/6	1	560	6/0,4
ТП 671–82	ТМ 630/6	2	780	6/0,4
ТП 671–91	ТМ 1600/6	2	3200	6/0,4
ТП 671–43	ТМЗТ 630/6	1	1260	6/0,4
ТП 43/1	ТМ-1000/6	2	2000	6/0,4
ТП 43/2	ТМ-1000/6	2	2000	6/0,4

Потребление электрической энергии объектами ТПУ (ГВт·ч) за 2016 г. приведено в таблице 3.1.2 (Рисунок 3.1.1,3.1.2)

Таблица 3.1.2 Потребление электрической энергии объектами ТПУ

№ п/п	Потребитель электроэнергии	2016 г.
<i>КОРПУСА</i>		
1	Г К	916,398
2	1 корпус, ул. Советская, д.73	143,663
3	2 корпус, пр-кт. Ленина, д.43-А	583,454
4	3 корпус, пр-кт. Ленина, д.43	290,516
5	4 Корпус, пр-кт. Ленина, д.30-А	281,939
6	6 корпус, ул. Усова, д.9	35,975
7	7 корпус, ул. Усова, д.9/4	75,192
8	8 корпус, ул. Усова, д.7	461,962
9	9 корпус, ул. Аркадия Иванова, д.4/1	252,591
10	10 корпус, пр-кт. Ленина, д.2	562,062
11	12 корпус	45,773
12	15 корпус, пр-кт. Ленина, д.2-А	61,632
13	16 а корпус, ул. Тимакова, д.12	215,016
14	16 б корпус, ул. Тимакова, д.12	66,96
15	16 в корпус, ул. Тимакова, д.12	51,24
16	18 корпус, ул. Савиных, д.7	416,244
17	19 корпус, ул. Усова, д.4-А	1393,768
ИТОГО:		5854,385
<i>ОБЩЕЖИТИЯ</i>		
18	Общежитие №16, Вершинина,46	423,955
19	Общежитие №17, Вершинина,48	595,48
20	Общежитие №5 , Пирогова 18	314
21	Общежитие №10 , Вершинина,31	235,24
22	Общежитие №11 , Вершинина,33	245,36
23	Общежитие №12 , Вершинина,37	142,745
24	Общежитие №13 , Вершинина,39	254,16
25	Общежитие №14 , Вершинина,39а	318,65
26	Общежитие №7, Усова 13а	126,84
27	Общежитие №6 , Пирогова 18а	146,371

Продолжение таблицы 3.1.2

28	Общежитие №1, Кирова,2	314,82
29	Общежитие №2 , Кирова,4	249,083
30	Общежитие №15, А.Иванова,8а	235,934
31	Общежитие №19, Усова,21/2	359,39
32	Усова 15б	233,67
ИТОГО:		4195,437

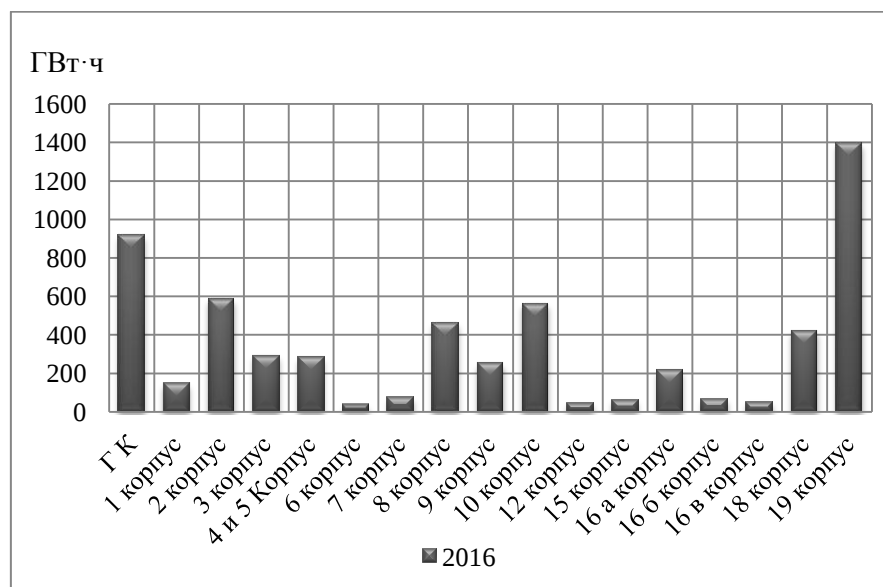


Рисунок 3.1.1 – Потребление электрическое энергии корпусами.

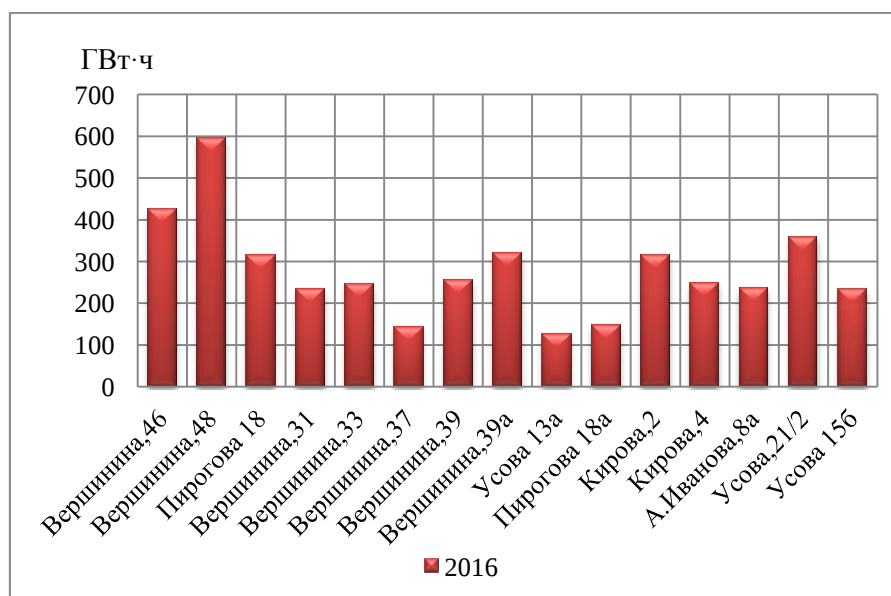


Рисунок 3.1.2 – Потребление электрическое энергии общежитиями.

3.1.2 Анализ годового хода электропотребления

Анализировался годовой ход потребления за пятилетний период 2012÷2016 годы. График годового хода представлен на рис.3.1.3, минимальный уровень фиксируется в 2016 году, максимальный – в 2012 году. Разница между минимумом и максимумом составила более 2 млн. кВт.ч или 19%.

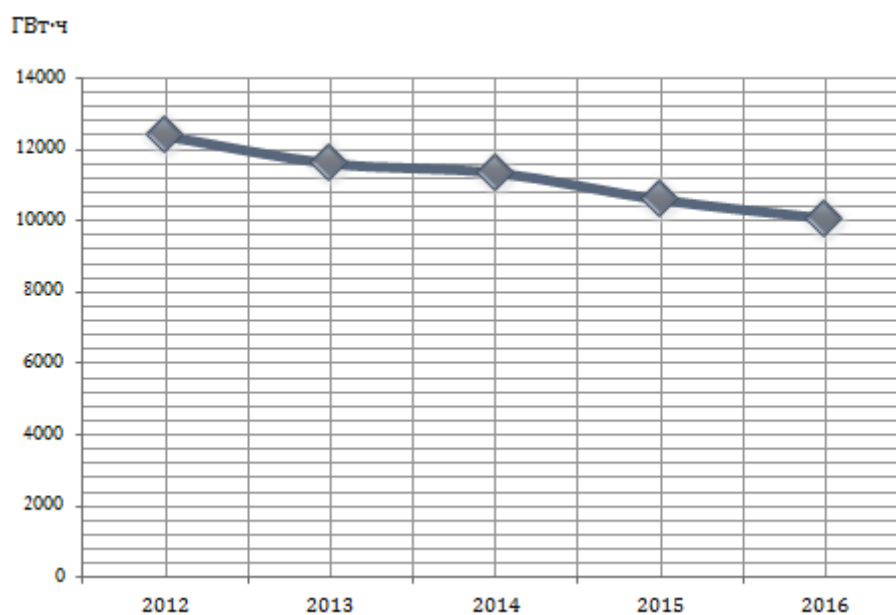


Рисунок 3.1.3 – Годовое потребление электрической энергии в общежитиях и корпусах ТПУ за 2012÷2013 годы

Снижение потребления электрической энергии объектами ТПУ связано в первую очередь благодаря внедрению энергосберегающих технологий, которые позволили снизить потребление в 2016 году на 19% по сравнению с 2012 годом. В ТПУ в качестве энергосберегающих мероприятий были рассмотрены и внедрены следующие мероприятия:

1) **Внедрение системы АСКУЭ (рис. 3.1.4).** Благодаря рациональному использованию электроэнергии данная система позволила сократить потребление электроэнергии на 5–10 %. Установка системы учета производится на всех вводных распределительных устройствах (ВРУ), а также установка мини-контроллеров для сбора информации со счетчиков

электрической энергии, которые позволят осуществлять мониторинг параметров качества электроэнергии.

Также, автоматизация технического учета позволит обеспечить:

- автоматический сбор и обработку параметров электропотребления;
- точность и надежность учета электроэнергии и мощности;
- на основе автоматического составления балансов электроэнергии, произвести учет и анализ потерь электроэнергии;



Рисунок 3.1.4 – Установленный прибор системы учета АСКУЭ

2) **Замена осветительных установок на энергоэффективные** (рис. 3.1.5). Для повышения энергоэффективности в системе освещения было принято произвести замену ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы, которые обладают большим сроком службы в 8 – 10 раз больше ЛН и в 5 раз большую световую отдачу. Только в 2016 году было заменено свыше 1500 шт. светильников.



Рисунок 3.1.5 – Установка энергоэффективных светильников в ауд. №204 ГК.

3) **Внедрение частотного регулирования приводов насосов и вентиляторов.** После проведения энергетического обследования был выявлен большой перерасход электроэнергии приводными электродвигателями насосных агрегатов в ТПУ. Насосы работали непрерывно в определенном режиме, причем даже ночью, когда водопотребление намного ниже. За последние годы для экономии электроэнергии в общежитиях и учебных корпусах установили более 20 единицы оборудования с частотным регулированием приводов насосов.

Применение частотное регулирование позволяет обеспечить:

- плавный пуск и остановку электродвигателей;
- снизить расход электроэнергии (до 60 %) и повышение коэффициента мощности;
- снизить затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание.

Годовой ход потребления электроэнергии по месяцам всеми объектами ТПУ в 2012÷2016 годах представлен на рисунке 3.1.6. В августе фиксируется минимальное потребление электроэнергии. Максимальное потребление, благодаря климатическому расположению Томска, который отличается продолжительной минусовой температурой, приходится на зимние месяцы – ноябрь, декабрь, январь, февраль.

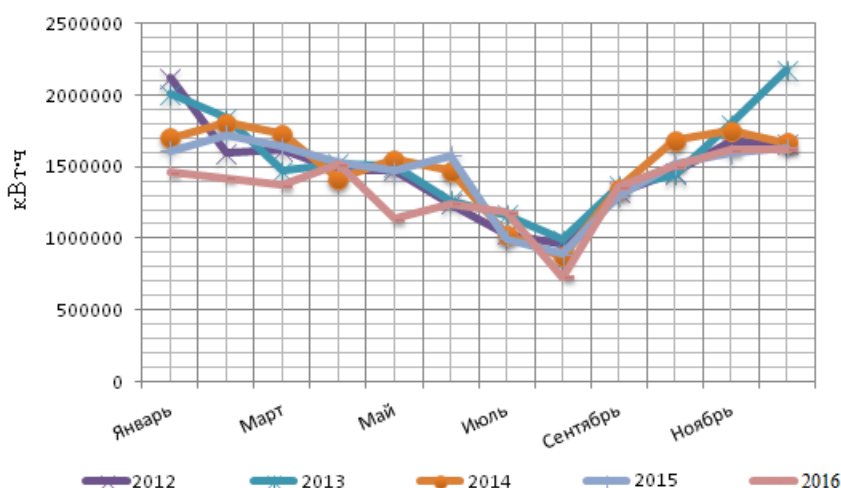


Рисунок 3.1.6 –Годовой ход потребления электроэнергии за 2012÷2016 г.г. (кВт·ч)

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

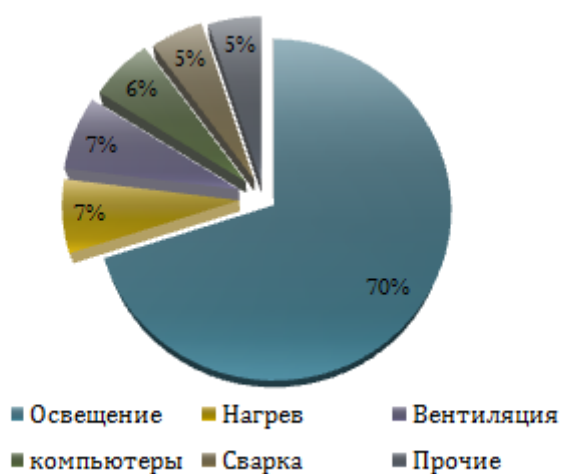


Рисунок 3.1.7 – Структура использования электроэнергии в ТПУ

Сфера использования электрической энергии (рис.3.1.7) в политехническом университете г. Томска определена на 70% потребностью в освещении аудиторий, лабораторий, кабинетов, офисов, студенческих общежитий. Среди других – обеспечение вентиляции, нагрева (эл. плиты, кипятильники и другое), работы более 3000 компьютеров, сварочных аппаратов и прочих приборов и механизмов научно-производственно-хозяйственного назначения.

3.1.3 Внутренние потребители электроэнергии и их энергоемкость

Томский политехнический университет является образовательным учреждением, крупным потребителем энергетических ресурсов. Основными потребляемыми энергоносителями являются электрическая и тепловая энергия. ТПУ представляет собой множество внутренних объектов потребления, которые группируются в отдельные составляющие: учебные корпуса, студенческие общежития, субабоненты и прочие потребители.

Общее электропотребления университетом в 2016 г. составляет – 14086087 кВт·ч/год, в том числе: по учебным корпусам – 5854385 кВт·ч/год (41,56%), общежитиям – 4195437 кВт·ч/год (29,78%), по субабонентам и прочим потребителям – 4036265 кВт·ч/год (28,65%).

Основными потребителями электрической энергии являются учебные корпуса и студенческие общежития, в общем объеме составляющие 71,34 %. При добавлении «субабонентов и прочих» потребителей, расположенных в корпусах и общежитиях и не относящихся к учебному процессу и научным исследовательским подразделениям, распределение объемов потребляемой электроэнергии между тремя группами выравнивается. Рисунок 3.1.8.

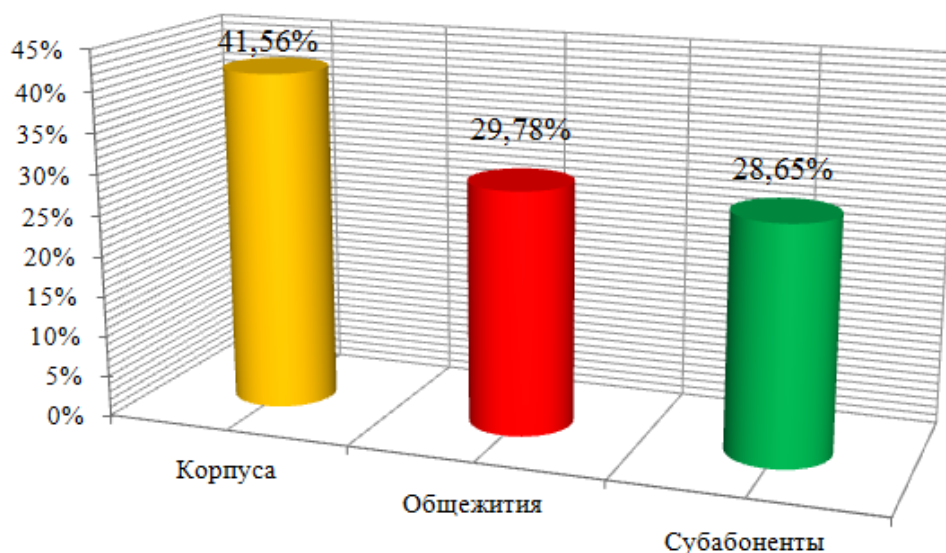


Рисунок 3.1.8 – Годовой объем потребленной электроэнергии 2016 года по корпусам, студенческим общежитиям, субабонентам и прочим.

3.1.4 Электропотребление в корпусах ТПУ

Потребление электроэнергии корпусами ТПУ в период 2012÷2016 годах представлен диаграммой на рисунке 3.1.9.

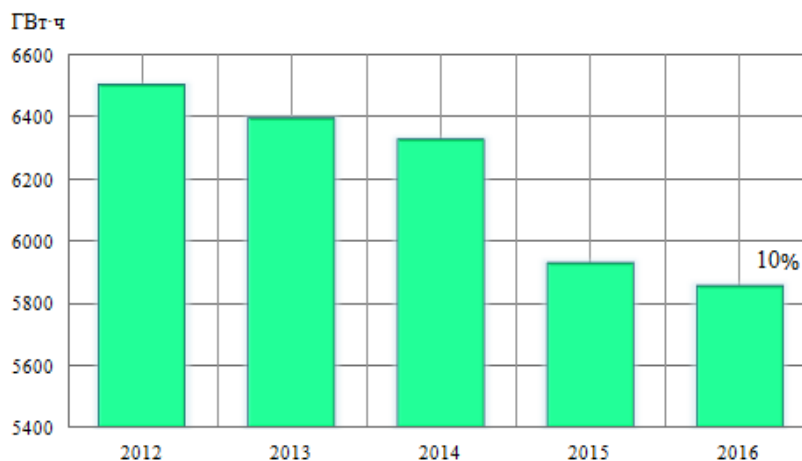


Рисунок 3.1.9 – Потребление электроэнергии в корпусах в 2012÷2016 гг.

На данной диаграмме видно что, электропотребление с каждым годом сокращается и в 2016 году она составила минимум по сравнению с предыдущими годами. Разница электропотребления между 2012÷2016 годом составляет 645,485 ГВт·ч или порядка 10 %.

Снижение потребления электрической энергии в корпусах ТПУ была достигнута благодаря реализации программных мероприятий энергосбережения и повышения энергетической эффективности. В корпусах ТПУ производится, по мере проведения ремонтных работ в аудиториях, замена ЛН на КЛЛ. Также было введено секционное включение на щитах освещения, отключают осветительную нагрузку аудиторий, не включенных в данное время в расписание.

Сравнительные данные по отдельным корпусам в 2012÷2016 годах приводятся на диаграмме (рис. 3.1.10) Наиболее энергоемкими являются учебные корпуса – ГК, №2, №8, №10, №19. В этих корпусах обеспечивается максимальная доля учебного процесса всего ТПУ. Минимум потребления фиксируется в учебных корпусах №6, №7, №12, №15.

ГВт·ч

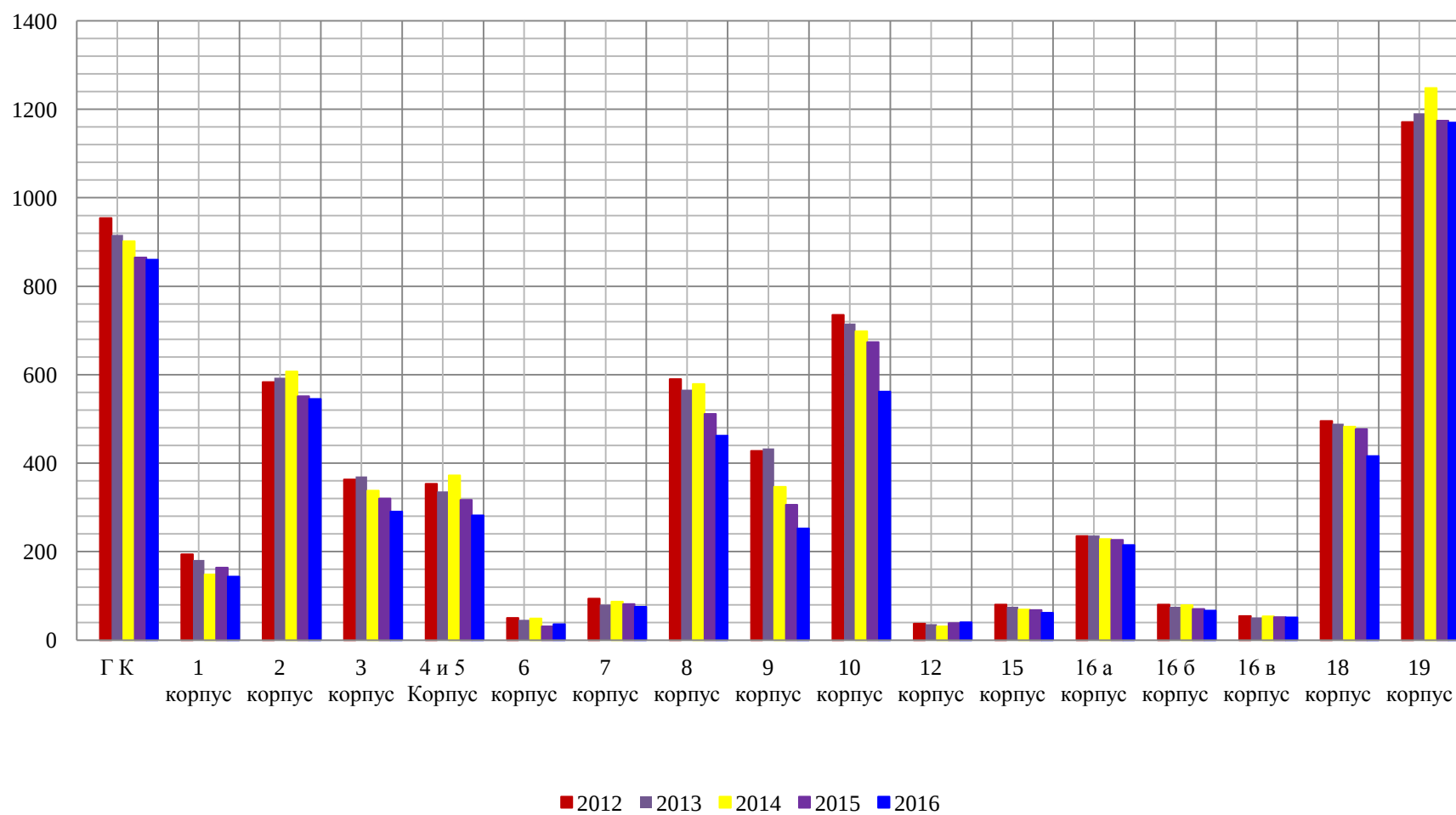


Рисунок 3.1.10 – Электропотребление в корпусах за 2012÷2016г. (ГВт·ч)

Таблица 3.1.3 – Потребление электроэнергии корпусами по месяцам за 2016 год (кВт·ч)

Наименование	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	ИТОГО
Г К	79730	75465	81935	66565	67052	67150	63796	76701	76701	70141	114461	76701	916398
4 и 5 Корпус, Ленина, д.30-А	29135	29575	27700	25004	22984	22100	20659	14044	14044	27075	35609	14044	281973
12 корпус	3750	3870	3720	3435	3495	3525	3349	4421	4421	3615	3750	4421	45773
1 корпус,	13780	14145	13370	13225	12420	14020	13320	6406	6406	14325	15840	6406	143663
2 корпус, пр-кт. Ленина, д.43-А	62310	60950	53890	48400	46290	33180	31521	34689	34689	61755	81091	34689	583454
3 корпус, пр-кт. Ленина, д.43	32270	32310	32290	27610	21870	18060	17157	13113	13113	32050	37560	13113	290516
19 корпус, Усова, д.4А	111400	112402	118520	108080	116940	113860	109767	120973	120973	117540	122340	120973	1393768
9 корпус	28571	32894	33575	21202	18849	26821	23582	1086	1086	28437	33981	1086	251171
6 корпус, Усова, д.9	3200	3040	2920	2960	2680	2790	2651	2898	2898	3040	4000	2898	35975
7 корпус, Усова, д.9/4	26080	26075	2600	2570	7640	5920	5624	3896	3896	7040	8600	3896	75192
8 корпус, Усова, д.7	46800	48960	48480	43320	41040	36760	34922	18680	18680	47360	58280	18680	461962
16 а корпус, ул. Тимакова, д.12	18800	20960	19280	19160	20360	18960	18012	13188	13188	19200	20720	13188	215016
16 б корпус	5640	7000	7600	7080	7200	6000	5700	2140	2140	6200	8120	2140	66960
16 в корпус	5480	5000	4520	4120	4480	4400	4180	2380	2380	5160	6760	2380	51240
10 корпус, Ленина, д.2	14100	44520	60120	59700	54660	46260	43947	26568	26568	98871	60180	26568	562062
11 корпус	7680	6240	7920	6900	6480	1500	1425	8175	8175	7920	7320	8175	77910
15 корпус, Ленина, д.2А	6120	6180	5400	4620	4620	3720	3534	4566	4566	6120	7620	4566	61632
18 корпус, ул. Савиных, д.7	39840	40920	38640	34680	40200	34440	32718	20802	20802	33960	58440	20802	416244

В таблице 3.1.3 представлено потребление электроэнергии отдельными корпусами по месяцам 2016 года.

Максимум потребления фиксируется по отдельным корпусам в одном из 3-х месяцев года – декабрь, февраль, январь.

Минимум потребления отличается практически во всех корпусах в августе.

3.1.5 Электропотребление в общежитиях ТПУ

На диаграмме (рис. 3.1.11) представлено потребление электроэнергии в студенческих общежитиях в 2012÷2016 годах, на которой наблюдается снижение объемов электропотребления. Разница электропотребления между 2012÷2016 годом составляет 1698 ГВт·ч или порядка 29 %.

Снизить электропотребления в общежитиях позволило внедрение следующих энергосберегающих мероприятий:

- Замена ламп накаливания на энергоэффективные;
- Замена электропроводки;
- Замена деревянных оконных блоков на пластиковые;

Благодаря проведению работ по утеплению и монтажу навесного оборудования, у студентов отпала необходимость использовать дополнительные нагревательные элементы, что также позволило снизить электропотребление.

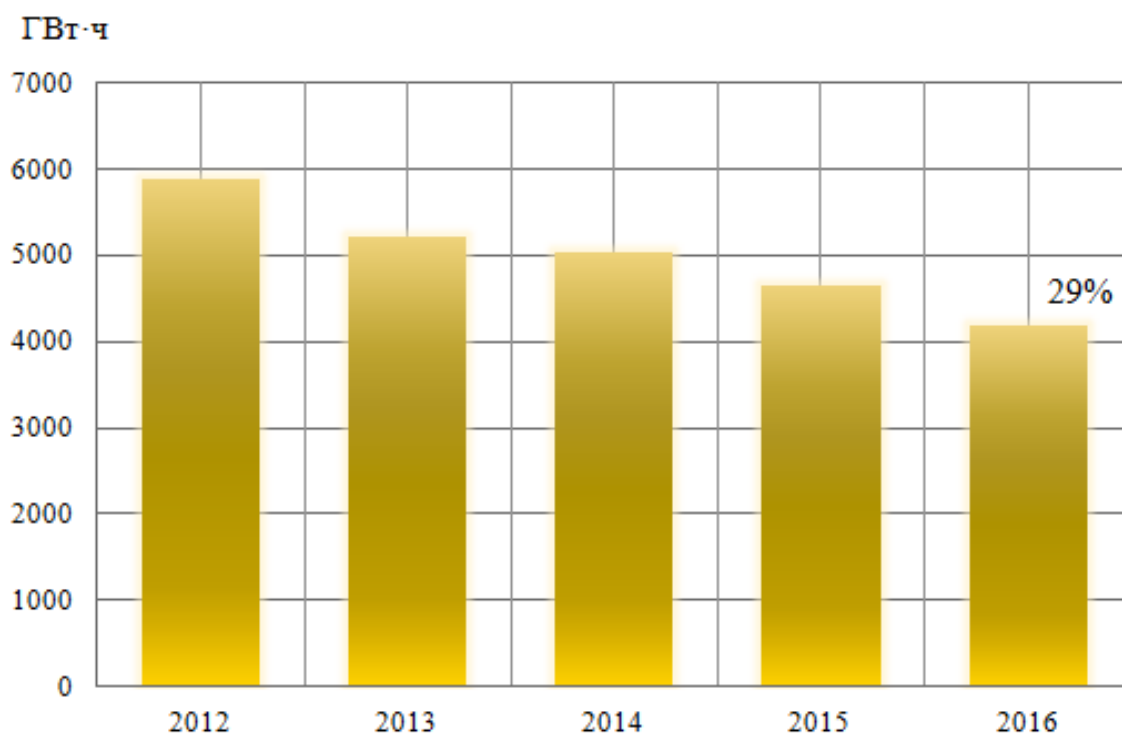


Рисунок 3.1.11 – Потребление электроэнергии в общежитиях за 2012÷2016гг.

Сравнительные данные по отдельным общежитиям в 2012÷2016 годах приводятся на диаграмме (рис. 3.1.12), фиксируется значительное уменьшение потребления электроэнергии во всех общежитиях ТПУ. Анализ электропотребления показал, что общежития потребляют разные объемы электроэнергии, так как различаются по площади. Максимумом энергопотребления среди общежитий зафиксировано за общежитиями по улице Вершинина 46, 48, 39-а и Усова 21/2, так как эти общежития по площади больше остальных. Минимумом потребляемой электроэнергии в общежитиях – 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 3.1.4. Максимум потребления общежитиями фиксируется в одном из 3-х месяцев года – декабрь, февраль, январь. Минимум потребления фиксируется в июле и августе месяца.

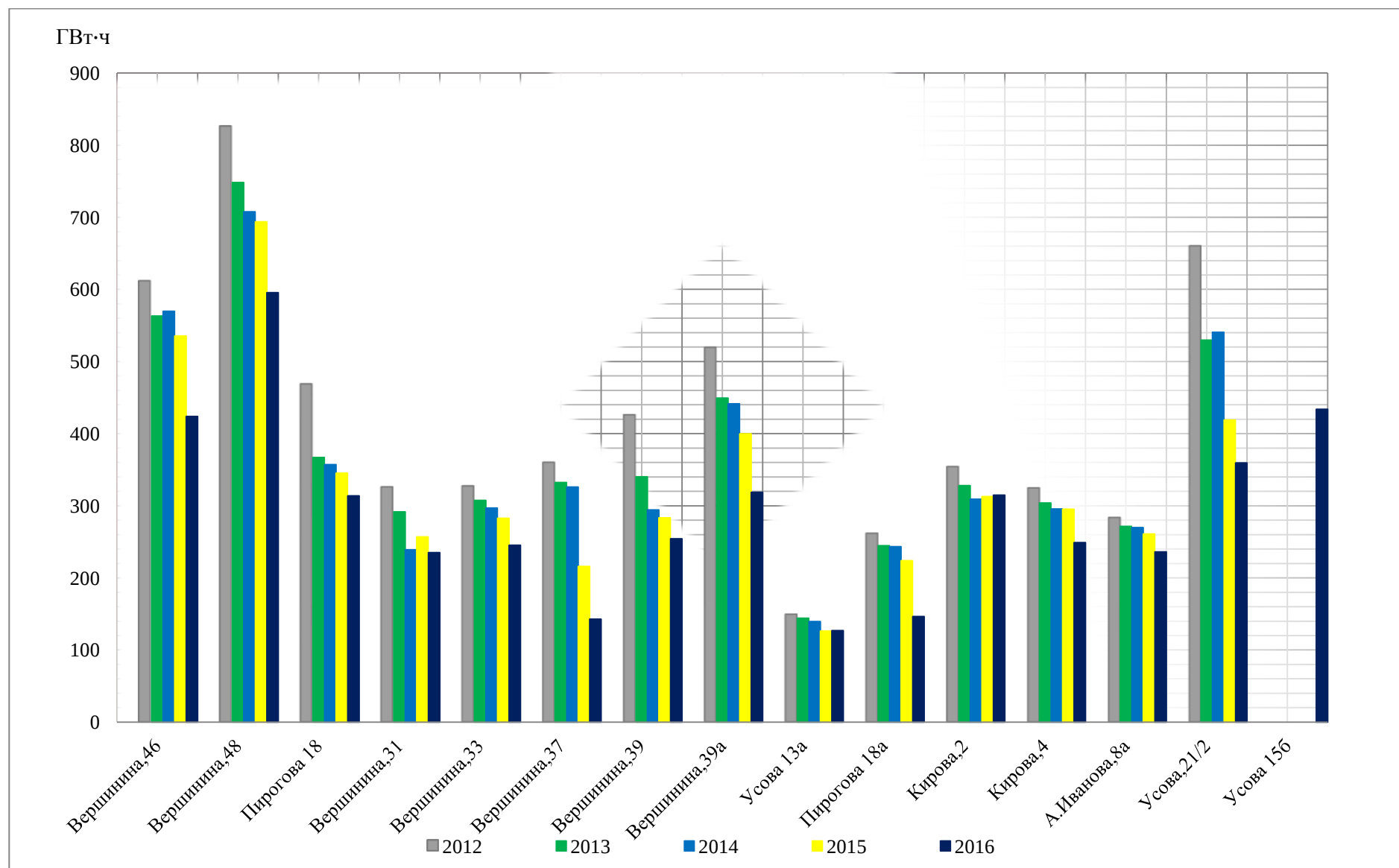


Рисунок 3.1.12 – Потребление электроэнергии в общежитиях за 2012÷2016г.

Таблица 3.1.4 – Потребление электроэнергии общежитиями по месяцам за 2016 год (кВт·ч)

Наименование	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	ИТОГО
Общежитие №16, Вершинина,46	43940	35550	39240	38630	39160	32830	31189	7328	37334	37760	43660	37334	423955
Общежитие №17, Вершинина,48	63000	48980	54560	50550	49980	47450	45078	14153	53790	53250	60900	53790	595480
Общежитие №5 , Пирогова 18	28890	29220	33120	30600	30240	25680	24396	5004	25290	25829	30180	25290	313739
Общежитие №10 , Вершинина,31	21760	20320	22920	21880	21080	19640	18658	4222	20760	20840	22400	20760	235240
Общежитие №11 , Вершинина,33	20600	20920	22800	21440	20560	19920	18924	9436	22560	22560	23080	22560	245360
Общежитие №12 , Вершинина,37	6562	6625	6580	6525	6380	11580	10997	12023	20440	20080	34280	20440	162512
Общежитие №13 , Вершинина,39	20040	21640	24680	22760	23320	21160	20102	5338	23640	23560	24280	23640	254160
Общежитие №14 , Вершинина,39а	31250	13700	45400	36600	29800	29800	28310	1990	21350	27450	31650	21350	318650
Общежитие №7, Усова 13а	13980	12700	12260	11120	10580	10980	9861	2079	8940	11700	13700	8940	126840
Общежитие №6 , Пирогова 18а	27280	22920	23320	18560	18800	10980	15817	3214	0	240	5160	0	146291
Общежитие №1, Кирова,2	42160	38000	34480	27800	21880	10980	18278	11402	23440	26840	36120	23440	314820
Общежитие №15, А.Иванова,8а	20691	19948	20456	20110	20488	10980	36453	9555	29668	8241	10829	29668	237085
Общежитие №19, Усова,21/2	46921	38976	39691	33825	35825	10980	28344	12280	24072	27522	36898	24072	359406

3.2 Потребление тепловой энергии

3.2.1 Организация системы теплоснабжения

Теплоснабжение осуществляется отопительными и вентиляционными системами, сетями горячего водоснабжения. Других теплопотребляющих оборудования нет.

Город Томска расположен в Западной части Сибири, среднегодовая температура наружного воздуха, согласно справочным данным составляет - 0,6 °С. Среднесуточная температура наружного воздуха в начале и в конце отопительного сезона начинается и заканчивается при температуре +10 °С. По справочным данным продолжительность отопительного периода составляет 234 суток. Средняя температура наружного воздуха за отопительный период -8,8°С.

Потребление тепловой энергии (отопление, горячее водоснабжение) в ТПУ осуществляется от системы централизованного источника – энергоснабжающей организации «ТомскРТС».

По данным проведенного энергетического обследования ТПУ было выявлено, что основными источниками потерь тепловой энергии являются:

- материальный износ внутренних инженерных сетей (отопление, водоснабжение); Рисунок 3.2.1
- Повышенные потери тепла через ограждающие конструкции зданий (стены, окна, крышу). Рисунок 3.2.2, 3.2.3



Рисунок 3.2.1 – Материальный износ инженерных сетей ТПУ



Рисунок 3.2.2 – Потери через ограждающие конструкции

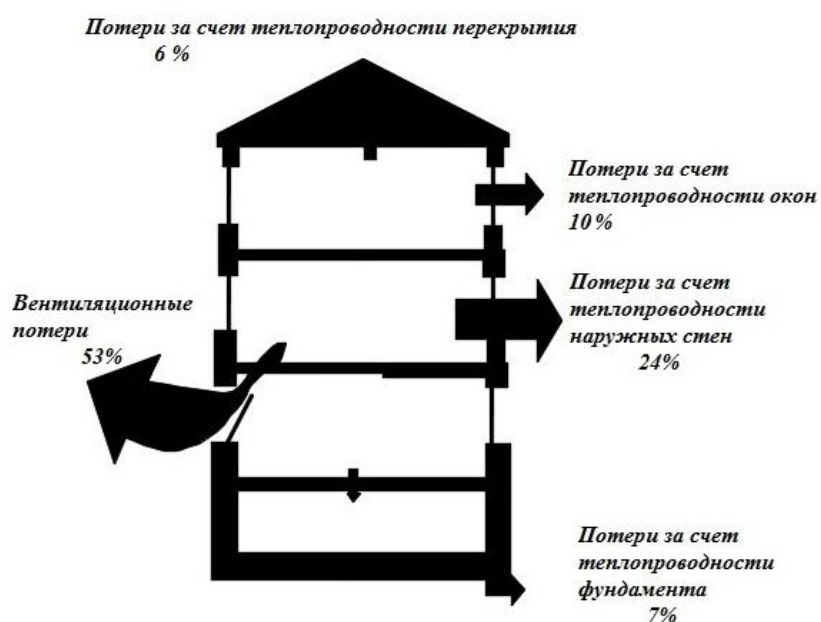


Рисунок 3.2.3 – Структура распределения тепловых потерь на объектах университета
(через ограждающие конструкции)

3.2.2 Анализ годового хода потребления тепловой энергии

Анализировался годовой ход потребления за пятилетний период 2012÷2016 годы. Потребление тепловой энергии представлено на рис.3.2.4, таблица 3.2.1.

Таблица 3.2.1 Потребления теплоэнергии за 2012÷2016 гг

Года	2012	2013	2014	2015	2016	2012–2016
Теплопотребление, Гкал	34 239	31 780	31 362	29 593	30 252	3987

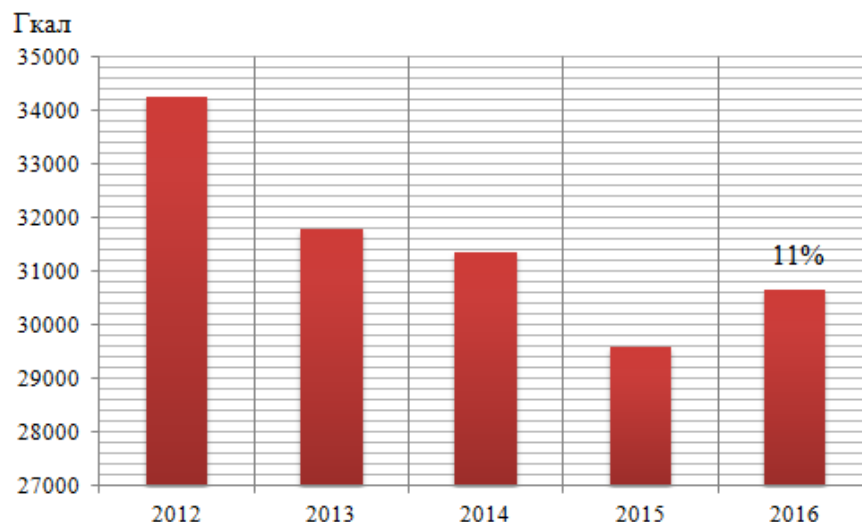


Рисунок 3.2.4 – Годовой ход потребления теплоэнергии за 2012÷2016 гг.

Как видно из диаграммы на рисунке 3.2.4 минимальный уровень потребления тепловой энергии фиксируется в 2015 году, максимальный – в 2012 году. Разница между 2016 и 2012 годами составила около 4000 Гкал или порядка 11 %. Повышение теплопотребление в 2016 году объясняется тем, что в ТПУ было построено новое 17–этажное общежитие для магистрантов и аспирантов и в 2016 году введена в эксплуатацию. (Рисунок 3.2.5)



Рисунок 3.2.5 – Новое общежитие ТПУ

Ежегодному снижению потребления тепловой энергии поспособствовало, проведение энергетического обследования всех объектов ТПУ и на основе этого обследования была принята программа «энергосбережения и повышения энергетической эффективности ТПУ». В данной программе были рассмотрены и внедрены ряд мероприятий по снижению теплопотерь. Основными, из которых являются следующие мероприятия:

- Замена трубопроводов приборов отопления старой конструкции (чугунные радиаторы) на новые (биметаллические);
- Замена деревянных окон на современные пластиковые;
- Установка приборов учета расхода теплоносителя;
- Переход на закрытую систему ГВС;
- Утепление ограждающих конструкций зданий;
- Восстановление изоляции наружных тепловых сетей;
- Оснащение индивидуальных тепловых пунктов автоматизированными системами теплоснабжения.

Внедрение вышесказанных мероприятий позволило за счет рационального использования сократить потребление тепловой энергии в среднем на 5-10%; годовая экономия составила около 4000 Гкал.

В таблице 3.2.2 приведены технические характеристики объектов ТПУ – потребителей тепловой энергии. Среди которых корпуса, общежития, жилые дома и прочие.

Таблица 3.2.2 – Технические характеристики объектов ТПУ

№ п/п	№ корпусов, адрес	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	Водор аз бор 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	ГК	77 788	0,33	1,4744	0,245	0,0105	1,7299	28,75	21,6238	0,173	0
2	№1, ул. Советская, д.73	18 818	0,33	0,3517	0	0,0062	0,3579	6,86	4,4738	0,103	0
3	№1	11 363	0,33	0,2025	0	0,0186	0,2211	3,95	2,7638	0,31	0
4	№2, Ленина, д.43-А	54 507	0,33	1,0275	0,1717	0,0119	1,2111	20,04	15,1388	0,196	0
5	№2	54 507	0,33	0,3421	0	0,0384	0,3805	6,67	4,7563	0,64	0
6	№3, Ленина, д.43	33 607	0,33	0,6238	0	0,005	0,6288	12,16	7,86	0,083	250
7	№3 (жилая)	5 934	0,33	0,1057	0	0,0108	0,1165	2,06	1,4563	0,18	0
8	№4 , Ленина, д.30-А	30 907	0,33	0,5803	0	0,0077	0,588	11,32	7,35	0,127	0
9	№4 (жилая)	1 532	0,33	0,0273	0	0,0066	0,0339	0,53	0,4238	0,11	0
10	№5	5 134	0,35	0,1	0	0,0024	0,1024	1,95	1,28	0,04	0
11	№6 ул. Усова, д.9	6 744	0,35	0,1329	0	0,0017	0,1346	2,59	1,6825	0,029	0
12	№7 ул. Усова, д.9/4	7 237	0,35	0,1409	0	0,002	0,1429	2,75	1,7863	0,033	0
13	№8, ул. Усова, д.7	76 042	0,33	1,4242	0	0,0438	1,468	27,77	18,35	0,722	0
14	№9, ул. Аркадия Иванова, д.4/1	31 382	0,33	0,5847	0	0,0024	0,5871	11,4	7,3338	0,0403	0
15	№10, пр-кт. Ленина, д.2	64 004	0,33	1,2065	0	0,1352	1,3417	23,53	16,7713	2,2533	0
16	№11	91 003	0,33	1,7011	0,2316	0,0137	1,9464	33,17	24,33	0,226	0
17	№12	4 965	0,39	0,1076	0	0,0017	0,1093	2,1	1,3663	0,029	0

Продолжение таблицы 3.2.2

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	4 635	0,39	0,101	0	0,0007	0,1017	1,97	1,2713	0,011	0
20	№15, Ленина, д.2-А	8 963	0,35	0,1759	0	0,0062	0,1821	3,43	2,2763	0,102	0
21	№16 а, ул. Тимакова, д.12	39 959	0,33	0,7464	0	0,0854	0,8318	14,55	10,3975	1,4233	0
22	№18	49 590	0,33	0,9231	0	0	0,9231	18	11,5388	0	0
23	№19, Усова, д.4-А	68 018	0,33	1,2743	0	0,0396	1,3139	24,85	16,4238	0,66	0
24	№21	3 814	0,43	0,095	0	0,025	0,12	1,85	1,5	0	0
25	Общежитие №10 , Вершинина,31	14 810	0,37	0,2938	0	0,1204	0,4142	0	5,1775	1,8060	401
26	Общежитие №11 , Вершинина,33	14 290	0,37	0,0143	0	0,0007	0,015	0,28	0,1875	0,012	345
27	Общежитие №12 , Вершинина,37	20 042	0,37	0,4065	0	0,2601	0,6666	7,93	8,3325	4,73	453
28	Общежитие №13 , Вершинина,39	18 074	0,37	0,4234	0	0,117	0,5404	8,26	6,755	1,755	505
29	Общежитие №14 , Вершинина,39а	20 067	0,37	0,4009	0	0,185	0,5859	7,82	7,3238	2,775	550
30	Общежитие №16, Вершинина,46	31 189	0,36	0,669	0	0,3668	1,0358	13,05	12,9475	5,502	970

Продолжение таблицы 3.2.2

31	Общежитие №17, Вершинина,48	35 004	0,35	0,6629	0	0,3304	0,9933	12,93	12,4163	4,956	1010
32	Общежитие №2 , 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	Общежитие №5 , Пирогова 18	20 977	0,37	0,4191	0	0,151	0,5701	0	7,1263	2,265	521
35	Общежитие №6 , Пирогова 18а	12 479	0,38	0,2549	0	0,1144	0,3693	4,97	4,6163	1,716	313
36	Общежитие №7, Усова 13а	12 954	0,3	0,2099	0	0,072	0,2819	4,09	3,5238	1,08	205
37	Общежитие №19,	25 527	0,37	0,522	0	0,1059	0,6279	0	7,8488	1,765	416
38	Общежитие №20,	17 246	0,37	0,3446	0,046	0,185	0,5756	0	7,195	0	189
39	Общежитие №16 (буфет)	313	0,36	0,669	0	0,3668	1,0358	13,05	12,9475	5,502	0

3.2.3 Потребление теплоэнергии корпусами ТПУ

На диаграмме рисунок 3.2.6, таблица 3.2.3 представлен анализ потребления тепловой энергии в учебных корпусах университета за период 2012÷2016 года. Из данной диаграммы видно, что потребление теплоэнергии сократилось на 17 % или около 3 500 Гкал.

Таблица 3.2.3 – Потребление теплоэнергии корпусами ТПУ

	2012	2013	2014	2015	2016	Разница 2012–2016
Теплопотребление в корпусах, Гкал	20 649	19 098	18 867	18095	17244	3405 (17%)

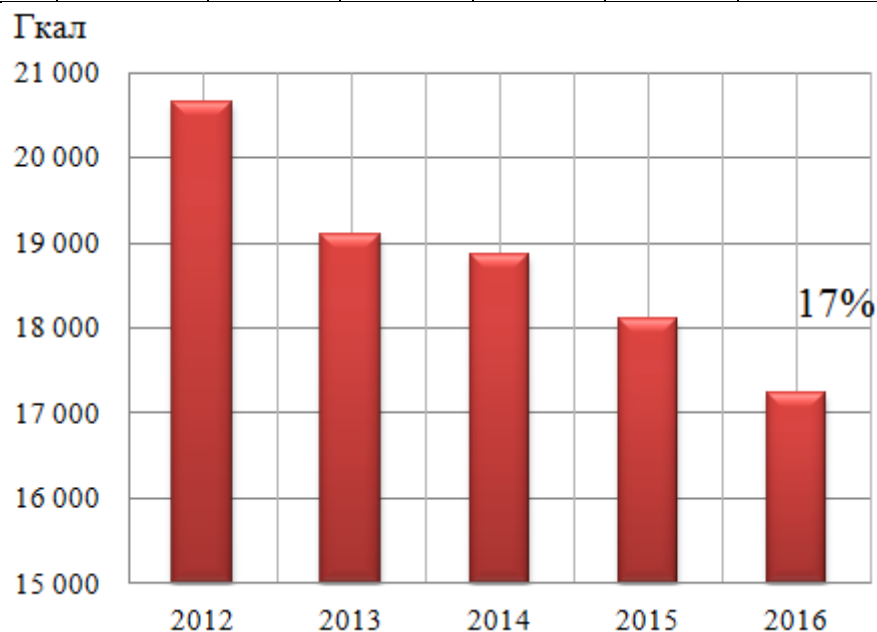


Рисунок 3.2.6 – Потребление теплоэнергии корпусами ТПУ

Для снижения потребления тепловой энергии в учебных корпусах ТПУ реализуется ряд энергосберегающих мероприятий. Основными из которых являются следующие:

1. **Организация приборного учета потребления тепловой энергии.** В учебных корпусах часть узлов была не оборудована приборами учета расхода теплоносителя. Организация технического учета расхода тепловой энергии на всех учебных корпусах, замена или модернизация имеющиеся приборов учета для включения их в систему диспетчеризации, позволила непрерывно отслеживать расход тепла, а также осуществить контроль за использованием тепловой энергии в каждом корпусе.

2. Экономия тепловой энергии в учебных корпусах в результате снижения отопительной нагрузки в нерабочее время, выходные и праздничные дни. В большинстве помещений ВУЗа система отопления и вентиляции работала в непрерывном режиме весь отопительный период. Для решения этой проблемы, по согласованию с руководством ВУЗа, был введен график оптимальной тепловой нагрузки. Согласно данному графику, после 18 часов в рабочие дни уменьшить отопительно-вентиляционную нагрузку в отдельных учебных корпусах до достижения температуры внутри помещений не ниже $+14^{\circ}\text{C}$ по сравнению с нормативным расходом тепла при работе системы отопления в обычном режиме (расчетная температура в помещении 18°C). Целесообразно также снизить тепловую нагрузку на учебные корпуса в отопительный период в выходные и праздничные дни так, чтобы температура внутри помещений была не ниже $+14^{\circ}\text{C}$. Регулировка тепловой нагрузки осуществляется на тепловом пункте.

3. Экономия тепловой энергии в системе отопления. Проведенное обследование системы отопления показало, что в большинстве помещений учебных корпусов и зданий установлены приборы отопления старой конструкции (чугунные радиаторы), которые, как правило, закрыты декоративными решетками, что приводит к уменьшению эффективности теплоотдачи от отопительных приборов в помещения. В качестве повышения энергетической эффективности было предложено следующее:

- Увеличить количество отверстий и прорезей в декоративных решетках, что увеличит теплоотдачу в помещения.
- Установить индивидуальные регуляторы (термостаты) температуры на отопительных приборах взамен кранов регулировки.
- Заменить отопительные приборы устаревшей конструкции на новые с улучшенной теплоотдачей.

В части помещений учебных корпусов и зданий старой постройки установлены деревянные оконные блоки. Потери тепла через окна в учебных корпусах вследствие физической изношенности оконных рам составляют до 20% от суммарных потерь тепла через ограждающие конструкции (стены, окна, двери и т.д.). Постепенная замена старых оконных блоков на стеклопакеты с улучшенными теплоизолирующими свойствами позволит решить данную проблему.

4. Внедрение системы регулирования температуры обратной воды в отопительных контурах зданий. В основном на тепловых вводах корпусов установлены элеваторы (рис. 3.2.7), которые обеспечивают работу отопительной системы. Использование элеваторных узлов не дает возможности стабильно поддерживать температуру обратной воды в зависимости от изменения тепловой нагрузки.



Рисунок 3.2.7 – Элеватор системы отопления.

Внедрение на тепловом пункте системы регулирования отопления, оснащенной современным теплообменным оборудованием (пластинчатые подогреватели) (рис.3.2.8), системой учета, контроля, управления, обеспечивающей:

- поддержание температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха по заданному температурному графику;
- регулирование температуры воды, отпускаемой для нужд горячего водоснабжения.

Реальные результаты от внедрения этой системы на тепловом пункте в одном из корпусов технического университета составили: экономия тепловой энергии в среднем на 17,6%, электроэнергии на 19,4%, воды на 24,1% по сравнению с параметрами потребления энергоресурсов до реконструкции теплового пункта.



Рисунок 3.2.8 – Пластичные подогреватели.

На диаграмме (рисунок 3.2.9) показано потребление теплоэнергии корпусами ТПУ за 2012÷2016 гг (Гкал). В таблице 3.2.4 приведены данные теплопотребления корпусами ТПУ за 2012÷2016 гг.

Таблица 3.2.4 – Теплопотребление корпусами ТПУ за 2012÷2016 гг. (Гкал)

Корпуса	2012	2013	2014	2015	2016	ИТОГО
№19	1 949,04	1 759,07	1 876,01	2204,32	1744,44	9 532,88
№1	886,60	827,39	526,29	491,32	481,51	3 213,11
№2	2 228,58	2 097,18	1 651,60	1 537,06	1506,82	9 021,24
№3	1155,45	1041,77	932,99	880,0200	854,3939	4 864,62
Гл. корпус	2 387,47	2 180,60	2 368,80	2171,03	2166,78	11 274,68
№4	958,56	851,50	868,00	814,6400	808,55	4 301,24
№5	157,05	138,05	149,26	139,64	136,89	720,89
№6	195,40	188,52	190,49	182,47	171,75	928,63
№7	207,16	199,87	201,95	193,45	182,08	984,51
№8	2 125,49	2 020,89	2 041,97	1 955,40	1840,48	9 984,23
№9	903,88	870,98	906,86	785,49	587,9	4 055,11
№10	1 342,55	1 187,36	1 253,82	1 138,57	1201,81	6 124,11
№20	3548,72	3396,96	3406,11	3288,63	3223,62	16 864,04
№12	168,98	148,53	160,61	150,26	147,3	775,68
№15	200,27	168,12	182,80	166,00	175,22	892,41
№16	1 207,24	1 139,34	1 189,95	1 125,72	1094,97	5 757,22
№18	1027,19	882,27	959,31	871,13	919,51	4 659,41

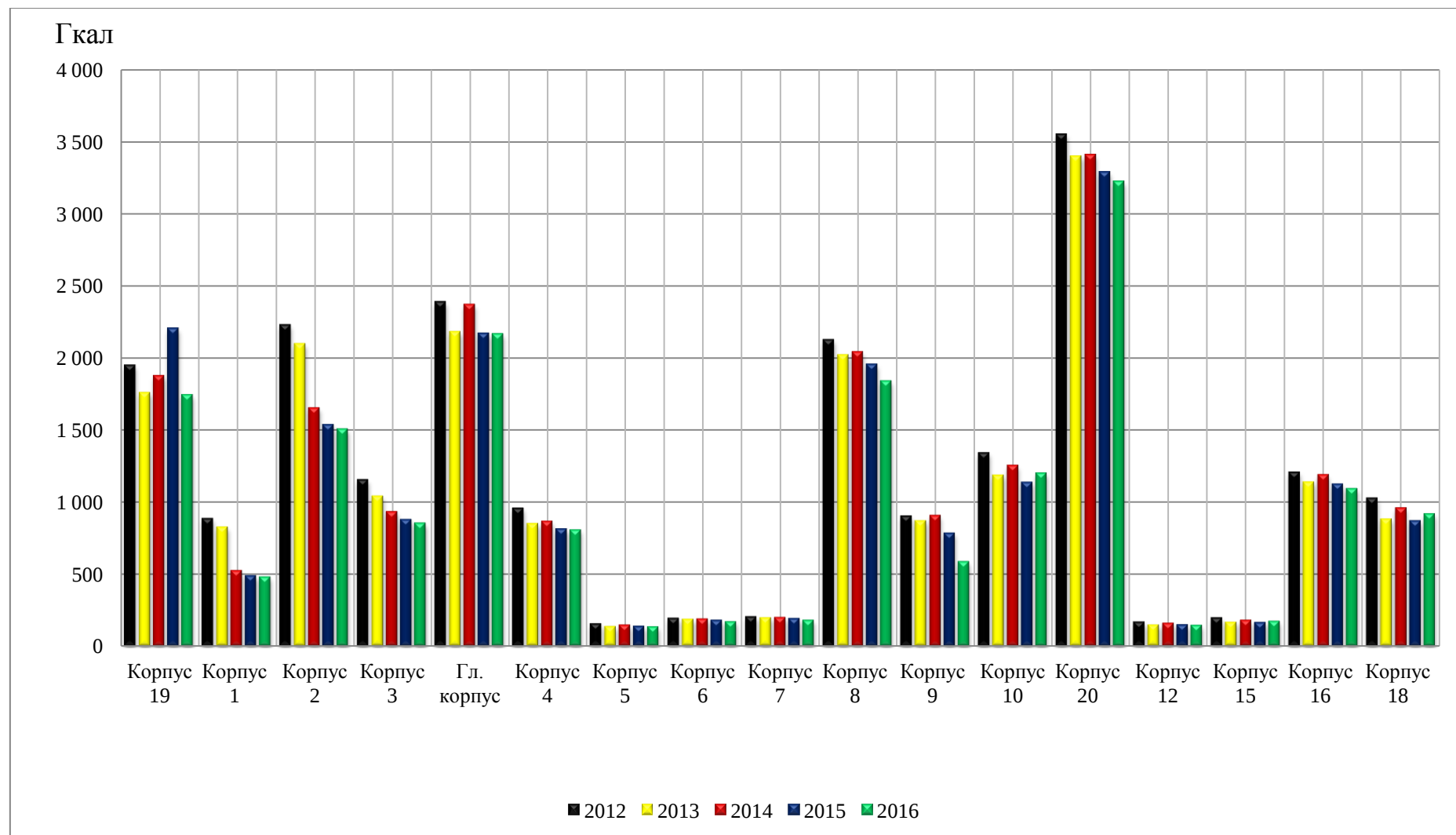


Рисунок 3.2.9 – Потребление тепловой энергии в корпусах ТПУ за 2012÷2016г. (Гкал)

3.2.4 Потребление теплоэнергии общежитиями ТПУ

Потребление тепловой энергии общежитиями ТПУ за 2012÷2016 гг приведено на диаграмме рисунок 3.2.10, таблица 3.2.5.

Таблица 3.2.5 – Потребление тепловой энергии за 2012÷2016 гг.

	2012	2013	2014	2015	2016	Разница 2012÷2015	Разница 2012÷2016
Общежития, Гкал	11 577,8	10 669,2	10 481,2	9 483,5	10 992	2094,8(18%)	585,81(5%)

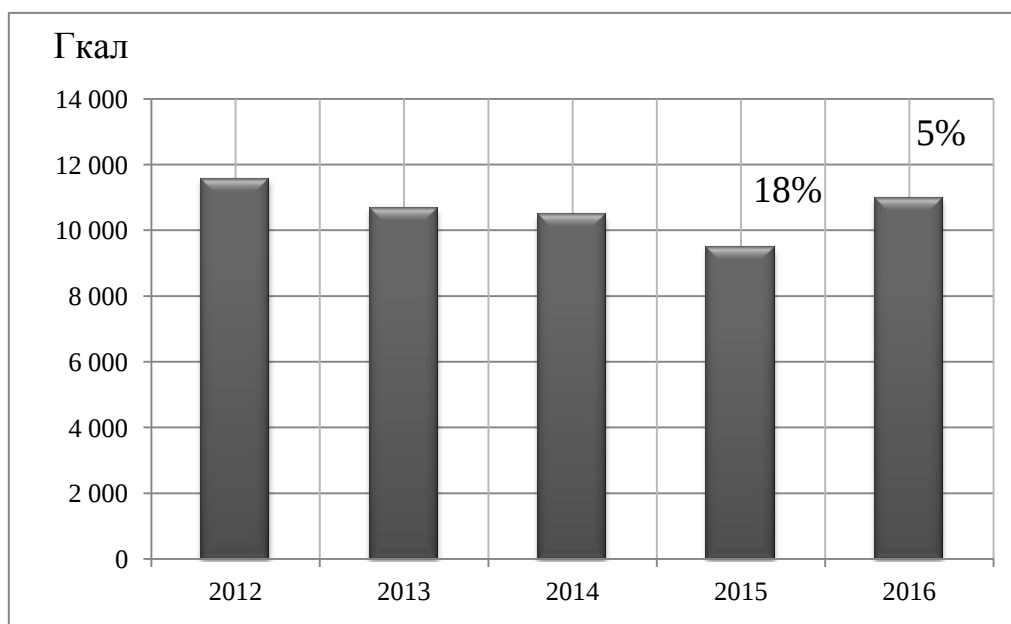


Рисунок 3.2.10 – Потребление тепловой энергии за 2012÷2016 гг.

Как видно из данной диаграммы потребление теплоэнергии в общежитиях ТПУ с каждым годом сокращается. В 2015 году потребление достигнуто минимума, максимум потребление зафиксировано в 2012 году. Разница между максимумом и минимумом составляет 20194,8 Гкал или более 18%. В 2016 году фиксируется повышение потребление тепловой энергии, как было ранее сказано в пункте 3.2.2, это объясняется тем что, в 2016 году была введена в эксплуатацию новое 17–этажное общежитие.

В общежитиях ТПУ для экономии тепла проведен капитальный ремонт инженерных коммуникаций, установка пластиковых окон и замена отопительного оборудования на новые с улучшенными характеристиками.

Так начиная с 2015 года в ТПУ проводится санация общежитий. На сегодняшний день санация проведена в 7 общежитиях ТПУ. В 2017 году проводится капитальный ремонт общежития на улице Пирогова, 18а.

Санация общежития включают в себя:

- Утепление и монтаж навесного фасада;
- Установка пластиковых окон;
- Ремонт кровли;
- Ремонт инженерных коммуникаций;
- Ремонт отмостки.

Санация общежития позволила:

- Продлить срок службы здания;
- Сократить теплопотребление;
- Улучшить комфортность проживания;

На рисунках 3.2.11 – 3.2.14 представлена санация общежитий до и после проведения ремонта.



Рисунок 3.2.11– Санация общежитий ТПУ



Рисунок 3.2.12 – Санация общежитий ТПУ



Рисунок 3.2.13 – Санация общежитий ТПУ



Рисунок 3.2.14 – Санация общежитий ТПУ

Санация общежитий позволит сократить теплопотребление на 15-20%, существенно улучшить эстетичный вид и самое главное продлит срок службы зданий.

Потребление тепловой энергии в общежитиях ТПУ за 2012÷2016 гг. представлено на диаграмме рисунок 3.2.15, таблица 3.2.6.

Таблица 3.2.6 – Потребление теплоэнергии В общежитиях ТПУ за 2012÷2016 гг. (Гкал)

	2012	2013	2014	2015	2016	ИТОГО
Общежитие №1, Кирова,2	587,79	556,06	559,93	525,39	520,89	2750,06
Общежитие №2, Кирова,4	617,43	586,26	583,42	560,00	453,92	2801,03
Общежитие №10, Вершинина,31	659,06	609,59	613,81	497,08	451,28	2830,82
Общежитие №11, Вершинина,33	608,19	523,16	517,57	459,72	494,42	2603,06
Общежитие №12, Вершинина,37	728,69	733,59	711,63	460,30	735,82	3370,03
Общежитие №13, Вершинина,39	789,12	733,83	730,07	666,65	644,39	3564,06
Общежитие №14, Вершинина,39а	750,61	696,06	689,48	637,34	610,24	3383,73
Общежитие №16, Вершинина,46	1514,42	1355,82	1287,75	1168,90	1212,82	6539,71
Общежитие №17, Вершинина,48	1504,05	1342,17	1271,68	1164,53	1199,74	6482,17
Общежитие №5, Пирогова 18	891,72	775,66	757,80	682,17	593,44	3700,79
Общежитие №6, Пирогова 18а	655,09	606,61	578,31	517,59	474,42	2832,02
Общежитие №7, Усова 13а	463,07	445,86	429,02	424,95	407,22	2170,12
Усова15б	0,00	0,00	0,00	0,00	1341,97	1341,97
Общежитие №19, Усова,21/2	963,79	932,09	937,17	919,98	999,26	4752,29
Общежитие №15, А.Иванова,8а	844,78	772,44	814,20	798,45	752,19	3982,06

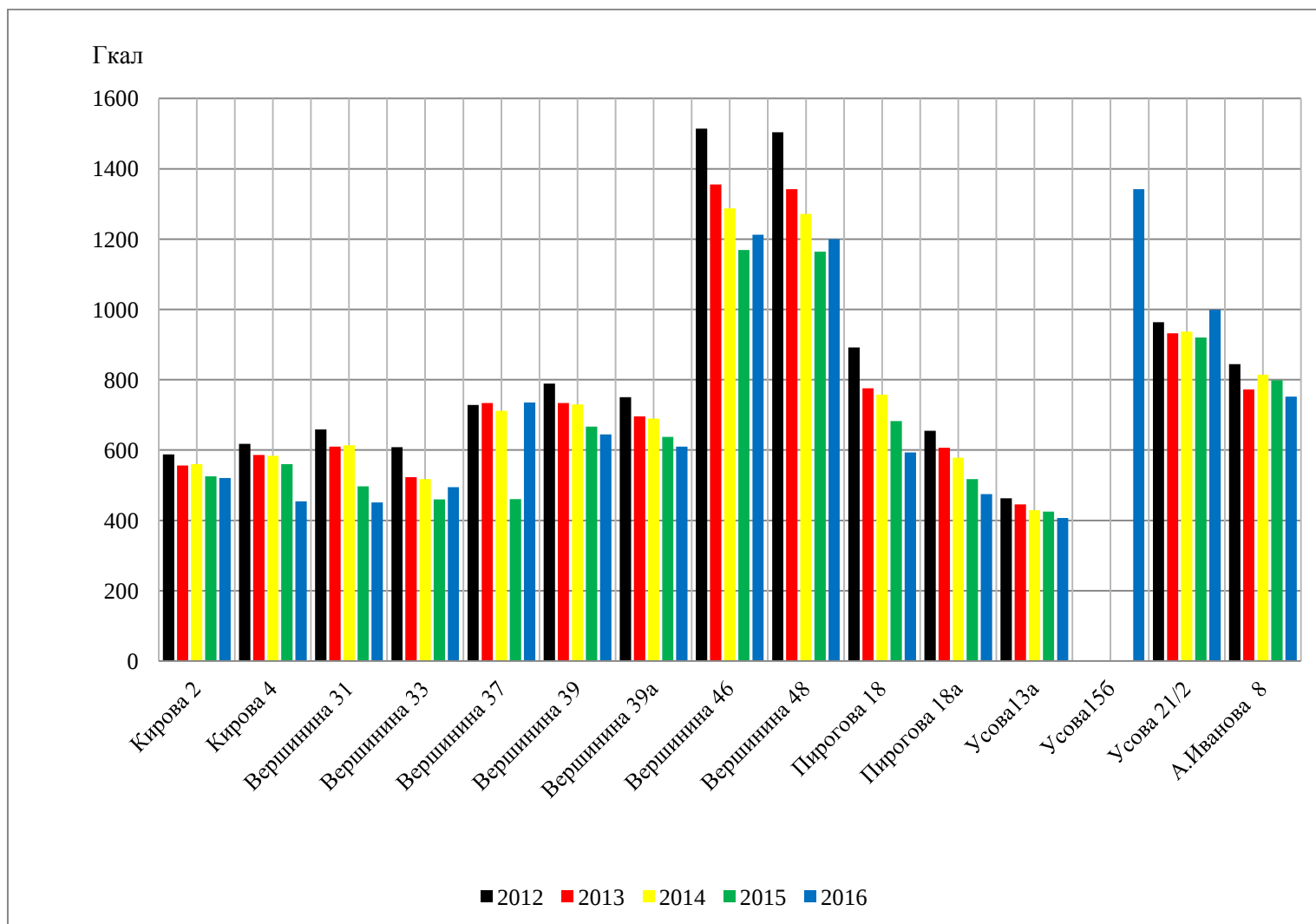


Рисунок 3.2.15 – Потребление тепловой энергии общежитий ТПУ за 2012÷2016 гг. (Гкал)

3.3 Потребление воды объектами ТПУ

В таблице 3.3.1 приведены данные по потреблению холодной воды объектами ТПУ. Как видно из диаграммы потребление в 2016 году увеличилось и достигло величины 352 377,51 м³ стоимостью 12496221,94 рубля. По сравнению с 2012 годом потребление холодной воды сократилось на 9 % или 29477,38 м³. Водоотвод (стоки и очистка) в 2016 году по сравнению с 2012 годом на 10 %. На рисунке 3.3.1 приведена диаграмма потребление воды объектами ТПУ за 2012÷2016 гг. В таблицах 3.3.2,3.3.3 приведены данные по потреблению воды в корпусах и общежитиях ТПУ соответственно. Годовой ход водопотребления за 2016 год представлен на рисунке 3.3.2.

Таблица 3.3.1 – Водопотребление и водоотвод в ТПУ

Годы	Вода м ³	Стоки м ³	Сумма руб.
2012	385976,77	579689,55	19 476485,54
2013	370883,1	556183,03	18 705452,8
2014	360871,88	534505,17	18 456368,17
2015	352377,51	520119,51	17 663050,69
2016	353499,39	522294,62	17 035902,41

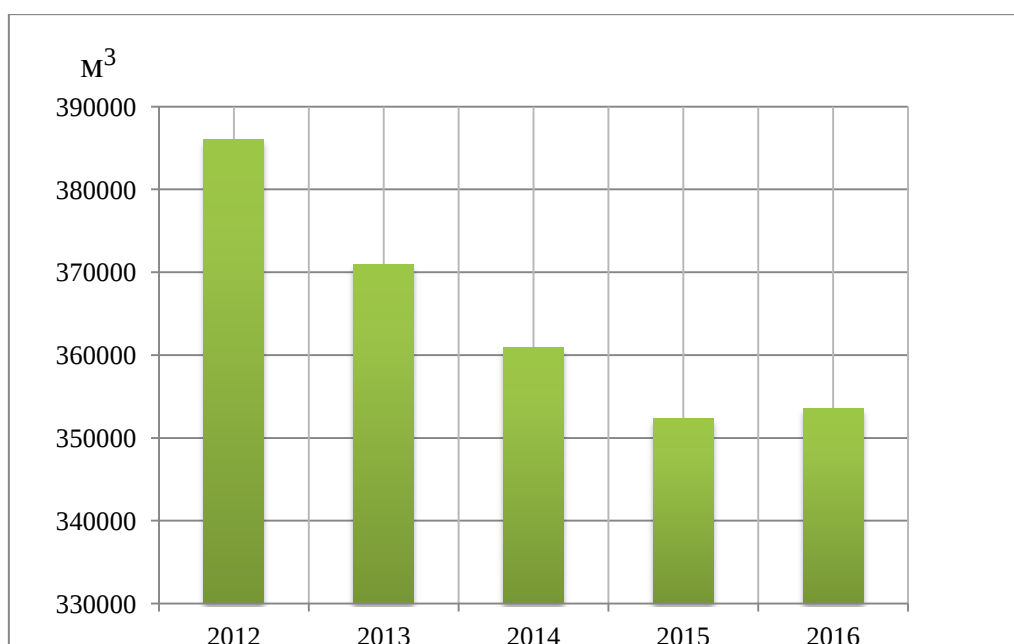


Рисунок 3.3.1 – Потребление воды с 2012 ÷ 2016 годы (м³)

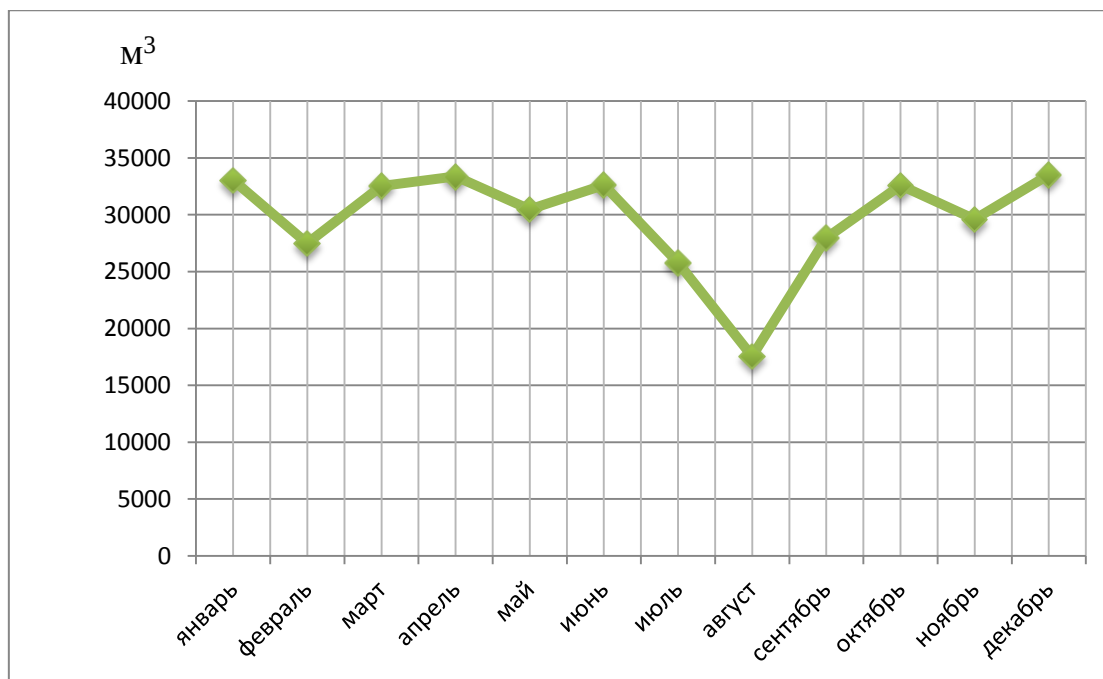


Рисунок 3.3.2 – Годовой ход водопотребления за 2016г.

Из диаграммы на рисунке 3.3.1 видно, что водопотребление с каждым годом сокращается. Сокращение потребления воды было достигнута в первую очередь благодаря внедрению на объектах ТПУ приборов учета. Как показывает график, водопотребление в летние время года составляет минимум, это связано с отъездом студентов на каникулы. Также для экономии воды в корпусах и общежитиях установлены оборудования с частотным регулированием приводов насосов воды.

Таблица 3.3.2 – Потребление вода в корпусах ТПУ за 2016г. (м³)

Корпуса	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Главный корпус	303	339	251	364	368	389	365	303	346	312	336	341
№2, Ленина, д.43-А	573,18	391,06	56,17	397,61	224,178	124,618	24,178	802,82	211,618	318,178	172,618	287,178
№4, Ленина, д.30-А	384,83	329,58	272,566	280,5	278,537	431,333	483,505	0	588,16	669,972	627,444	988,67
№7, ул. Усова, д.9/4	205	513	90	167	132	28	34	25	27	50	20	30
№8, ул. Усова, д.7	889,82	569,33	768	787	544,37	671,996	610,48	775	1015	838,943	748,22	921,45
№9	382	424	445	347	437	369	211	196	257	392	301	322
№10, пр-кт. Ленина, д.2	924	691	613	781	781	1031	714	650	1012	1220	820	1120
№11	444	705	533	724	375	645	504	254	511	661	753	742
№11а	447	839	713,00	806,00	1320	1674	1152	914	812	1073	1245	1474
№15, Ленина, д.2-А	1212	1002	1031	1009	954	999	1000	941	996	1058	540	262
№16 а	890	705	623	693	751	715	616	561	678	643	634	783
№17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
№18,ул. Савиных, д.7	2923	2864	2700	3038	3252	2836	2280	2322	2667	2679	2504	2776
№19, ул. Усова, д.4-А	797	823	970	899	535,2	1082	770	805	911	933	761	832
№20	267	356	337	416	353	325	221	197	297	329	302	315
№21	86	76	41	28	23	56	39	20	42	40	34	61

Таблица 3.3.3 – Потребление вода в общежитиях ТПУ за 2016г. (м³)

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Общежитие №10,Вершинина,31	1331	816	1154	1084	984	843	669	408	968	888	944	1087
Общежитие №11,Вершинина,33	851	646	956	816	781	881	607	273	848	826	908	976
Общежитие №12,Вершинина,37	28	47	88	791	154	62	309	76	690	1206	1016	1350
Общежитие №14,Вершинина,39а	1240	972	1341	1140	966	1019	1115	350	1090	1398	1217	1442
Общежитие №13,Вершинина,39	1017,32	648,82	876,32	650,57	695,32	1007,91	609,27	220,76	996,27	1025,57	420	949,49
Общежитие №16,Вершинина,46	3104	2155	2911	2661	2478	2292	1588	717	1545	2097	2093	2240
Общежитие №17,Вершинина,48	3635	2657	3653	3411	3249	3193	3267	2162	2288	3183	2701	2821
Общежитие №5, Пирогова 18	898	783	1492	1344	331	1127	688	358	1159	1484	1479	1546
Общежитие №6, Пирогова 18а	962	773	998	943	946	1014	590	79	68	61	68	32
Общежитие №7, Усова 13а	702	611	802	739	656	617	416	248	671	750	783	788
Общежитие №19, Усова,21/2	1922	1312	1813	1364	1509	1574	1069	828	923	1173	1298	1505
Общежитие №1, Кирова,2	1345	704	976	995	1010	995	797	425	925	1034	940	1000
Общежитие №2 , Кирова,4	1339	918	1053	1024	1050	1040	679	308	952	861	791	851
Общежитие №15, А.Иванова,8а	831	722	721	836	827	803	583	482	648	694	652	679
ул.Усова,15б	99	521	1565	1870	1728	1781	1155	679	1476	2194	2125	2200

4 ЦЕЛЕВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

4.1 Сопоставление удельных расходов энергоресурсов

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].

Нормирование расходов энергоресурсов для бюджетных учреждений рассчитывается на 1 м² площади или на 1 человека. Площадь объектов университета составляет 323 688 м².

4.1.1 Удельное потребление электрической энергии на 1 кв.м. общей площади определяется по формуле 1:

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

где:

$\text{ОП}_{\text{ээ.гос}}$ - объем электропотребления, кВт·ч;

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

4.1.2 Удельный потребление тепловой энергии на 1 м² общей площади определяется по формуле 2:

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

где:

$\text{ОП}_{\text{тэ.гос}}$ - объем теплопотребления, Гкал;

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

4.1.3 Удельное потребление холодной и горячей воды на 1 человека определяется по формуле 3:

$$Y_{\text{хвс.гос}} = \text{ОП}_{\text{хвс.гос}} / K_{\text{субъект}} \text{ (м}^3\text{/чел.)}, \quad (3)$$

где:

$\text{ОП}_{\text{хвс.гос}}$ - объем потребления холодной и горячей воды, м³;

$K_{\text{субъект}}$ - число работников, чел.

Количество студентов и сотрудников ТПУ по годам показано таблице в 4.1.1, а общая площадь объектов университета составляет 323 688 м².

Таблица 4.1.1 – Численность студентов и сотрудников ТПУ по годам

№ п/п	Контингент ТПУ	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Количество сотрудников	5 712	5 625	5 498	5 535	5 342	4 842
2	Студентов о. ф. обучения	11 224	11 147	10 742	9 849	9 211	8 811
3	Студентов з. ф. обучения	9 838	9 508	8 884	7 994	7 380	6 780
4	Аспиранты о. ф. обучения	550	588	645	708	759	739
5	Аспиранты з. ф. обучения	231	247	215	180	108	98
6	Итого	28 430	27 761	26 471	24 567	23 049	20 049

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. 4.1.1, 4.1.3) в ТПУ представлено в таблице 4.1.2.

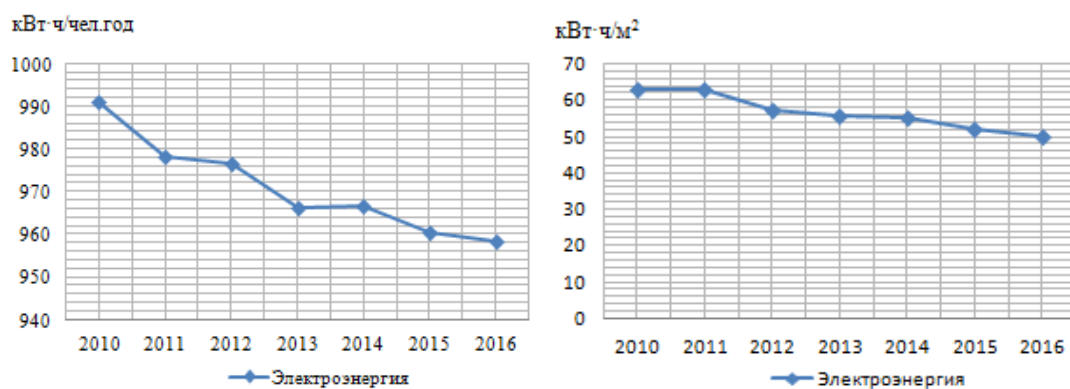


Рисунок 4.1.1 – Среднегодовое электропотребление на кВт·ч/чел. год и на кВт·ч/ м²

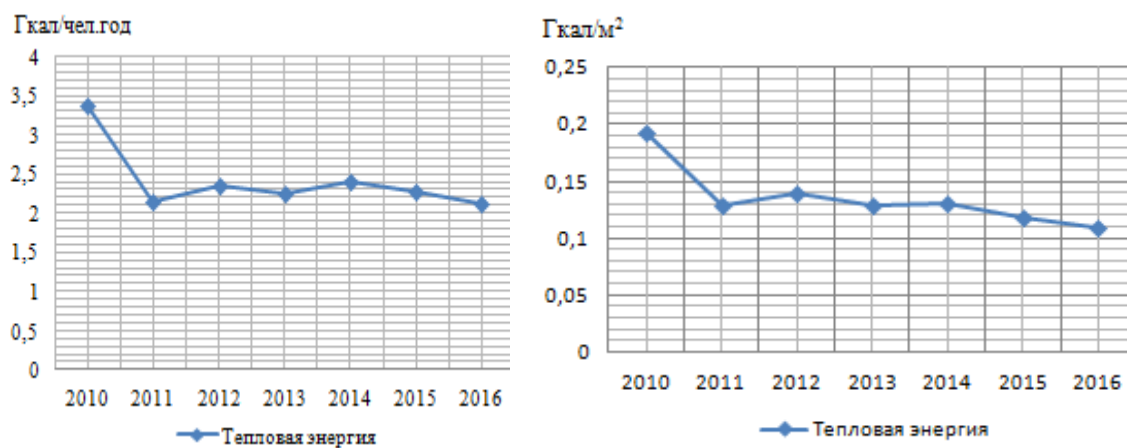


Рисунок 4.1.2 – Среднегодовое теплоснабжение на Гкал/чел. год и на Гкал/м²



Рисунок 4.1.3 – Среднегодовое потребление сетевой воды на м³/чел. год

Таблица 4.1.2 – Потребление энергоресурсов

Год	2012	2013	2014	2015	2016	Ед.изм.
Общее количество сотрудников и студентов	19 199	18 657	17 717	16 832	15 736	Чел.
Электропотребление	966,7	966,17	986,45	960,22	950,11	кВт·ч/ чел.год
	57,34	55,69	53,99	49,93	39,75	кВт·ч/ м ²
Теплопотребление	2,36	2,24	2,39	2,28	2,08	Гкал/ чел.год
	0,14	0,129	0,131	0,118	0,108	Гкал/ м ²
водопотребление	14,01	13,9	13,85	13,8	13,75	м ³ /чел.год

4.2 Сравнительный анализ влияния энергосберегающих мероприятий на удельное потребление энергоресурсов между объектами ТПУ

В качестве объектов сравнения примем для анализа два общежития, приблизительно равных по площади и количеству проживающих студентов, по улице Пирогова, 18 №5 и Усова, 21/2 №19. В общежитие на Пирогова, 18 были внедрены энергосберегающих мероприятий, а также проведена санация общежития (п.3.2.4). Что касается общежития по улице Усова 21/2, то в данном общежитие также были внедрены часть мероприятий по энергосбережению, но отсутствует санация общежития.

На рисунке 4.2.1 представлены внешний вид общежития №5, а на рисунке 4.2.2 №19. В таблице 4.2.1 приведены характеристики данных общежитий.

Таблица 4.2.1 – Характеристики общежитий

№	Адрес	Год основания	Площадь, м ²	Количество проживающих
1	Ул. Пирогова, 18 №5	1962 г.	5754,7	425
2	Ул. Усова, 21/2 №19	1977 г.	6245,3	398



Рисунок 4.2.1



Рисунок 4.2.2

Удельное потребление энергоресурсов данными общежитиями представлено в таблицы 4.4 и на рисунках 4.6 – 4.10.

Таблица 4.2.2 – Удельное годовое потребление энергоресурсов

	Электроэнергия		Теплоэнергия		Сетевая вода
	кВт·ч/м ²	кВт·ч/чел	Гкал/м ²	Гкал/чел	м ³ /чел
Общежитие №5	51,56	698,21	0,1	1,39	29,85
Общежитие №19	57,54	903,03	0,16	2,51	40,9

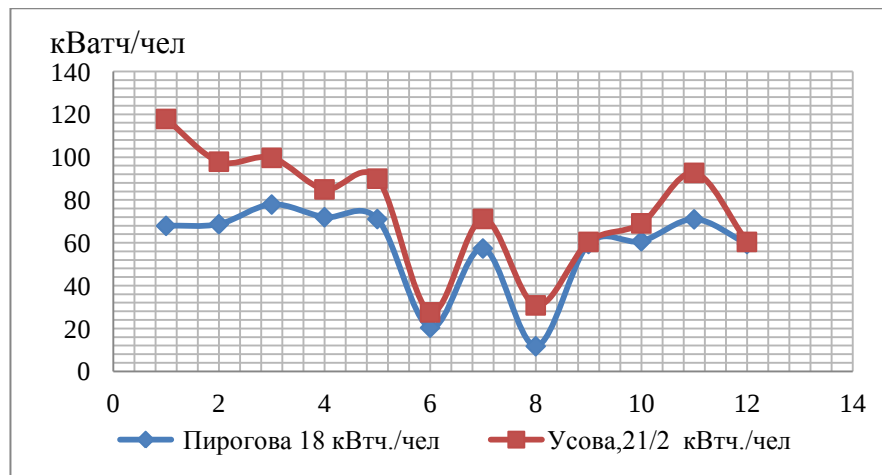


Рисунок 4.2.3 – Удельное потребление электроэнергии

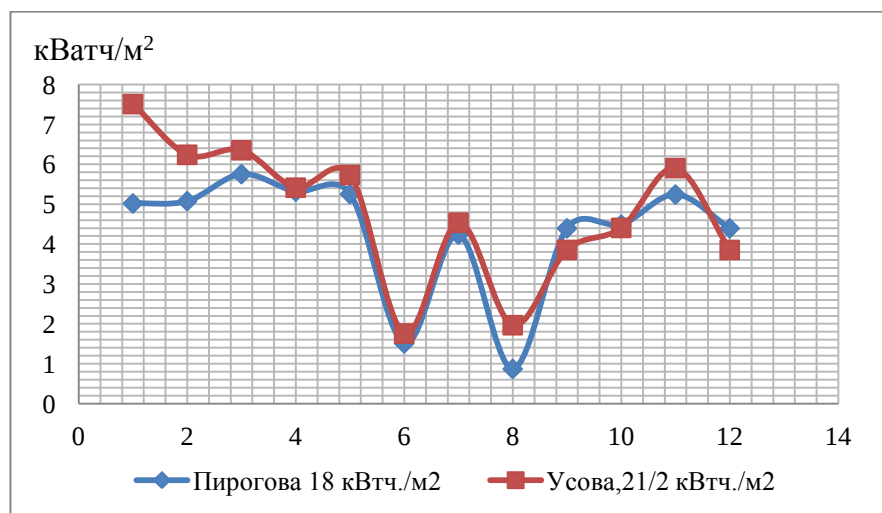


Рисунок 4.2.4 – Удельное потребление электроэнергии

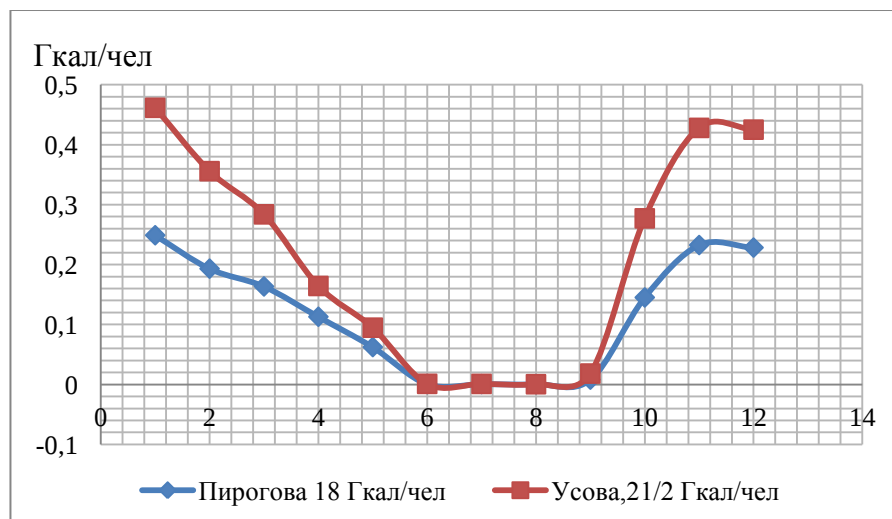


Рисунок 4.2.5 – Удельное потребление теплоэнергии

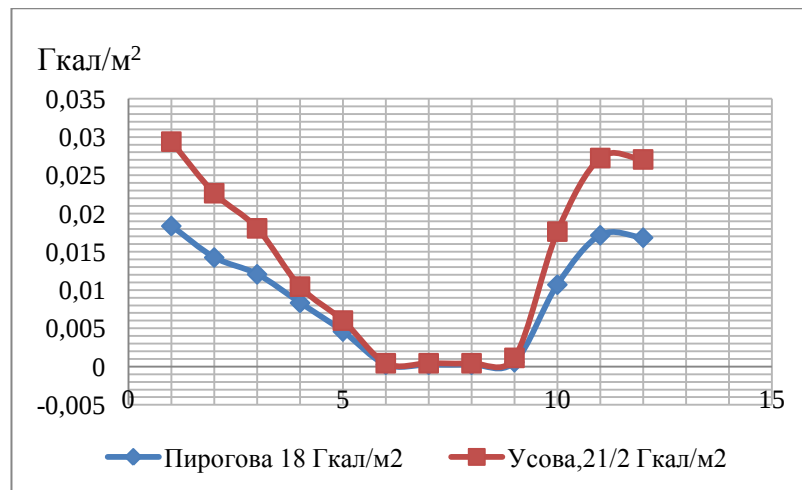


Рисунок 4.2.6 – Удельное потребление теплотенергии

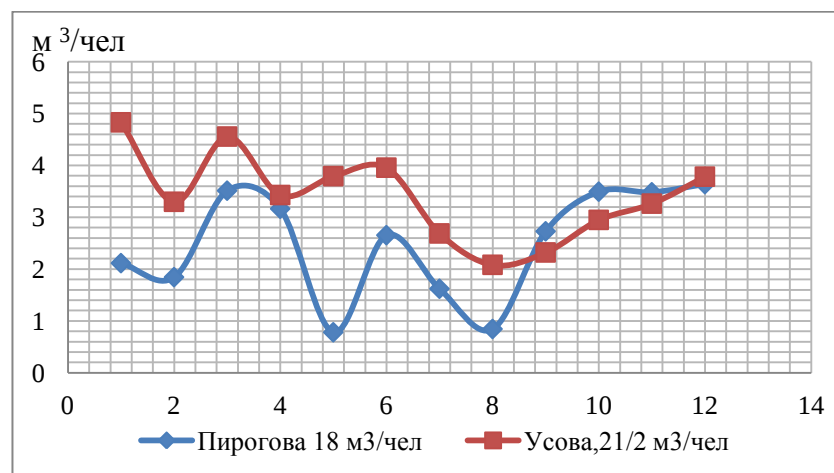


Рисунок 4.2.7 – Удельное потребление сетевой воды

Как видно из графиков, потребление энергоресурсов общежитием №5 гораздо меньше, нежели общежитием №19. Это удалось достичь благодаря внедрению энергосберегающих мероприятий.

4.3 Формирование и стимулирование бережливого отношения к энергоресурсам. энергосберегающие правила поведения

4.3.1 Развитие знаний и умений в области энергосбережения и энергоэффективности

В последнее время в образовательных учреждениях уделяют достаточное внимание проблеме энергосбережения и идеям повышения эффективного использования энергоресурсов – электричества, тепла, воды, правилам энергоэффективного поведения. На сегодняшний день образовательные учреждения – это одни из самых основных институтов воспитания бережливого отношения к энергоресурсам у молодого поколения, а решение вопросов энергоэффективности имеет значимое значение.

Одной из действенных мер по энергосбережению в образовательных учреждениях является формирование культуры энергосбережения, сознательного отношения работников школы, обучающихся и их родителей к сбережению и экономии энергоресурсов в масштабах ВУЗа.[15] Чтобы вовлечь учащихся и сотрудников сферы образования в энергосбережение и рациональное использование природных ресурсов, необходимо понимание и осознание этой проблемы.

Особенно важно работать со студентами, которые полученные знания могут применять одновременно и в своих университетах, и дома, став проводниками идеи энергосбережения, тесно связанной с экономией энергоресурсов и защитой окружающей среды.[39] В образовательной программе ВУЗа вопросы энергосбережения должны проходить в организации учебной и внеучебной жизни с обязательной методической поддержкой. С целью внедрения данной деятельности необходимо рассмотреть изменения в воспитательной системе ВУЗа, добавив в план воспитательной работы ВУЗа, раздел по стимулированию и формированию энергоэффективного поведения.

Деятельность по формированию энергоэффективного поведения должна быть направлена на три группы заинтересованных лиц: сотрудников, учащихся, и социальных партнеров.[16]

Работа с сотрудниками должна строиться по принципу постоянства, это значит, что все мероприятия по формированию навыков энергоэффективного поведения организуются и проводятся регулярно и систематически. Очень важно подключить к процессу ресурсосбережения всех сотрудников. Назначаются ответственные лица за осуществление своевременной плановой проверки работы приборов учета и своевременную передачу данных показаний в энергоснабжающую организацию. Для лиц, ответственных за потребление ресурсов в образовательном учреждении необходимо организовать курсы повышения квалификации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности».

В настоящее время Министерство образования РФ подготовило программы по обучению энергосбережению для сотрудников образовательных учреждений РФ.

Работа с студентами организуется и проводится в совместной творческой, интеллектуальной, научно–исследовательской деятельности и социальными партнерами. Также возможно проведение различных конкурсов, акций на предмет энергосбережения и формирования навыков энергоэффективного поведения.

Студенты начинают изучать существующую ситуацию с энергопотреблением, ищут причины потерь энергии, и используют простые энергосберегающие меры: утепление окон и дверей, замена ламп накаливания на энергосберегающие лампы, использование местного освещения взамен общего там, где это удобно, и многое другое. Однако многое зависит и от неформального подхода сотрудников, их желания вести практические занятия с студентами. Закрепить новые знания и навыки можно только на практике. Студентам важно знать, что их усилия по экономии энергии служат для развития ВУЗа.[17]

Энергосбережение и энергоэффективность в образовательных учреждениях имеет огромный потенциал. Успешность формирования знаний и умений студентов в области энергосбережения и энергоэффективности возможна только в том случае, если удастся сформировать устойчивую мотивацию и воспитать сознательное стремление к энергосбережению, пробуждению интереса к данной проблеме, привитию навыков экономии и формирования энергосберегающего образа жизни.

Результатом формирования культуры энергосбережения в российских ВУЗах, выработки практических умений, осмысленных убеждений и устойчивого мировоззрения в области энергосбережения и энергоэффективности будет являться:

1. развитие умений и навыков использования энергосберегающих технологий в современном мире;
2. формирование целостного взгляда на современную действительность, концептуально новые тенденции государственных программ в области энергосбережения и повышения энергоэффективности, а также роль и значимость сбережения природных ресурсов;
3. привитие бережного отношения к электрической энергии;
4. формирование устойчивых понятий об обращении с электроприборами;
5. развитие навыков сотрудничества с взрослыми и сверстниками в процессе экономии материальных затрат путем сбережения электрической энергии.

4.3.2 Развитие культуры энергосбережения в ТПУ

Ресурсоэффективность — это культура, и как любая культура она прививается воспитанием и образованием. Ставя перед собой цель стать ведущим научно-образовательным центром в области ресурсоэффективных технологий, ТПУ не ограничивается только сферой научных исследований и

прикладных разработок. Университет готовит в своих стенах таких специалистов — инженеров, управленцев, исследователей, — которые со студенческой скамьи становятся активными сторонниками идеологии ресурсоэффективности, способны развивать ее и пропагандировать на самых разных участках — от производства до общественного поприща. У ТПУ есть два детских сада, их воспитанникам в игровой форме уже даются начальные знания по ресурсоэффективности. При вузе есть лицей для одаренных старшеклассников, который признан одной из лучших школ в России. Ученики 10-х и 11-х классов совместно с преподавателями из ТПУ уже становятся авторами и соавторами оригинальных разработок — тоже по тематике ресурсоэффективности. В университете введен обязательный курс «Ресурсоэффективность» в учебные программы бакалавриата, было написано первое в стране учебное пособие «Основы ресурсоэффективности».

Сам университет, называя себя центром ресурсоэффективности, стремится стать образцом в эффективном использовании имеющихся у него ресурсов. Была разработана программа развития ресурсоэффективности до 2018 г., в которой, в частности, ставится задача превратить университетский кампус в энергоэффективный комплекс. Практически все общежития, которым по 50–70 лет, прошли санацию, и сегодня уровень энергопотребления в них снизился на 15%. Ежегодно ремонт комнат и мест общественного пользования в общежитиях выполняется самими студентами в составе студенческого строительного отряда. Это не только экономически выгодно, но и обеспечивает высокую сохранность отремонтированного.

В кадровой и финансовой сфере в ТПУ тоже произошла «ресурсоэффективная революция». Два года назад все сотрудники вуза были переведены на эффективный контракт — одними из первых в стране. Оплата труда не как процесса, а как результата уже принесла ощутимые плюсы: существенно выросли публикационная активность, цитируемость, результативность работы со студентами, аспирантами и др..

ТПУ стремится стать центром по популяризации и распространению идеологии ресурсоэффективности, ее научной проработке. Совместно с всемирно известным издательством «Эльзевир» начали выпуск журнала *Resource-Efficient Technologie (REFFIT)*, первого международного научного издания на английском языке, специализирующегося на ресурсоэффективных технологиях.

4.3.3 Механизмы и источники стимулирования энергосбережения в государственных вузах

Стимулирование энергосбережения в государственных вузах осуществляется с учетом следующих основных принципов:

- □ на основании достигнутых эффектов в снижении потребления тепловой и электрической энергии,
- □ эффекты должны быть достоверными и подтвержденными результатами прямых измерений, □
- стимулирование должно быть системным и включать в себя, как материальный, так и моральный компоненты,
- стимулирование должно осуществляться наряду с применением мер наказания за неэффективное использование энергетических ресурсов, □
- источники материального стимулирования должны быть реальными и связанными с экономией средств вуза, □
- масштабы материального стимулирования из разных источников финансирования должны соответствовать объемам экономии средств по соответствующему источнику

Практическая реализация внутренней системы стимулирования возможно лишь при наличии развернутой (до уровня структурного подразделения) и достоверной информации об энергопотреблении и динамике его изменения. Схема необходимых элементов системы внутривузовской достоверизации данных по энергопотреблению приведена на рис. 5.3.1.

В вузах для создания необходимых предпосылок для реализации активной энергосберегающей политики и введения в действие системы стимулирования энергосбережения создается интегрированная компьютерная система сбора информации об энергопотреблении (рис. 5.3.2).



Рис. 5.3.1 – Схема необходимых элементов системы достоверизации энергопотребления

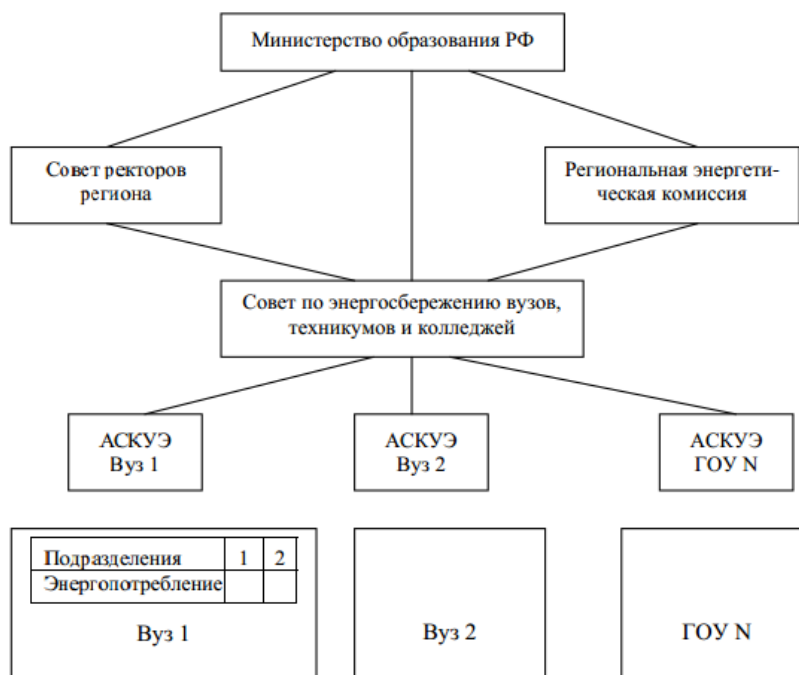


Рис. 5.3.2 – Схема сбора информации об энергопотреблении региона

Существующий порядок лимитирования объемов энергопотребления образовательным учреждениям и принята в большинстве регионов России практика льготной оплаты энергоресурсов в пределах лимита позволяет рассматривать внебюджетные средства вуза и их экономию, как реальный источник средств для стимулирования и развития работ по энергосбережению в вузе.

На рис. 5.3.3 приведена общая структура платежей за энергоресурсы вуза, осуществляемых за счет средств федерального бюджета и собственных. При определении масштабов экономии средств соответствующего бюджета следует иметь ввиду, что оплата энергоресурсов за счет средств федерального бюджета (в пределах установленных вузу лимитов) осуществляется по льготному тарифу; оплата сверхлимитного потребления производится за счет средств вуза по общему (не льготному тарифу). В связи с этим энергосбережение дает в первую очередь эффект финансовой экономии самому вузу и должно всячески им поощряться.



Рис. 5.3.1 – Структура платежей за энергоресурсы государственного вуза

Вывод по четвертой главе

Как видно из расчетов удельного энергопотребления, потребление энергоресурсов в университете за последние годы по сравнению с 2012 годом заметно сократилось. Также сравнительный анализ показал, что внедрение энергосберегающих мероприятий влечет значительное сокращение энергопотребления. Это является результатом реализации Программы энергосбережения в ТПУ.

Бережливое отношение к энергии не должно пониматься просто как модное веяние современного общества, оно должно стать частью нашей повседневной жизни, своего рода культурой. Главной целью обеспечения конкурентоспособности нашей страны является, сохранить гармонию с природой, сберечь богатства нашей страны для следующих поколений, формирование знаний и умений, культуры энергосбережения в обществе.

Решение задачи стимулирования энергосбережения должно основываться на детальной и достоверной информации об энергопотреблении. Имеются реальные источники финансирования и стимулирования работ по энергосбережению, позволяющие реализовать активную политику энергосбережения внутри вуза.

ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ РЕКОМЕНДАЦИЙ

5.1 Организационные рекомендации по энергосбережению

Первоначальными энергосберегающими мероприятиями, рекомендованными к внедрению для ТПУ являются организационные мероприятия. Они являются основополагающими для пути к эффективному энергосбережению. Рассмотрим организационные мероприятия, предлагаемые к реализации.

Прежде всего, в ТПУ необходимо назначить лицо, ответственное за реализацию мероприятий по экономии энергоресурсов. В обязанности ответственного лица должны входить:

- разработка положения об энергосбережении;
- организация работы по составлению балансов электроэнергии.

Для решения задачи по повышению имиджа ТПУ необходима целенаправленная информационная, научно-техническая и обучающая деятельность в следующих направлениях и с использованием следующих возможностей:

1. Создание информационно-рекламного комплекса ТПУ, включающего:

- Страничку «Энергоэффективность» на портале ТПУ;
- Блок рекламных роликов на «бегущей строке» по проблематике энергосбережения;
- Рекламно-просветительские щиты по проблеме энергосбережения на территории учебных корпусов и студенческого городка.

2. Проведение на базе ЭНИН конференций и семинаров, действующих на постоянной основе. Участие ученых и специалистов ТПУ в отраслевых, муниципальных, региональных, федеральных и международных конференциях, посвященных различным аспектам повышения энергоэффективности.

3. Создание энергосервисного комплекса ТПУ, включающего перечень образовательных, консалтинговых и информационно-аналитических услуг.
4. Реклама в СМИ.
5. Создание на базе ЭНИН курсов по повышению квалификации в области энергосбережения.

5.2 Рекомендации по энергосбережению электрической энергии

5.2.1 Модернизация системы освещения

Освещение составляет 53% от общего электропотребления. Поэтому основные рекомендации по энергосбережению направлены именно на модернизацию системы освещения, благодаря чему могут быть достигнуты большие резервы экономии.

Рекомендуется вариант энергосберегающих мероприятий для модернизации системы освещения:

- установка ЭПРА и датчиков движения в коридоры.

5.2.1.1 Установка электронной пускорегулирующей аппаратуры и датчиков движения в коридоры

Пускорегулирующая аппаратура (ПРА) - это специальное изделие, с помощью которого осуществляется запуск и поддержание работы источника света.

Конструктивно ПРА может быть выполнено в виде единого блока или нескольких отдельных. От технических характеристик пускорегулирующей аппаратуры во многом зависит стабильность и срока работы источников света.

Электронные ПРА, как следует из их названия, выполнены в виде электронного устройства для питания газоразрядных ламп.

В люминесцентных светильниках применяются маломощные ЭПРА 18-40 Вт.

Схема ЭПРА обеспечивает необходимое напряжение для гарантированного поджига лампы и затем вырабатывает стабилизированное напряжение для поддержания горения.

Применение электронных ПРА удлиняет срок службы лампы, увеличивает светоотдачу до 20 процентов и стабилизирует показатели цветопередачи и световой температуры.

Еще одним преимуществом электронных ПРА является малый вес и габаритные размеры.

Основные преимущества светильников с электронными пускорегулирующими аппаратами (ЭПРА):

- исключение пульсации светового потока ламп и предотвращение возникновения стробоскопического эффекта, благодаря работе в высокочастотном режиме;

- повышение на 20-30 % срока службы ламп;
- экономия до 20% электроэнергии за счет значительного сокращения суммарной потребляемой мощности;

- создание благоприятного режима зажигания ламп;
- отсутствие мигания ламп в пусковом режиме;
- отсутствие акустического шума;
- отключение неисправных ламп с помощью электронной системы контроля;

- стабильная мощность при колебаниях напряжения;
- лампы зажигаются от генерируемого внутри напряжения зажигания, вследствие этого отпадает потребность в стартерах;

- коэффициент мощности более 0,95 ликвидирует потребность в компенсации;

- комфортное освещение, благодаря электронному принципу действия, что снижает утомляемость зрения и благотворно влияет на работоспособность человека. [20]

5.2.1.2 Рекомендуются вариант совмещения ЭПРА с датчиками движения в коридоры университета

При установке датчика движения необходим плавный пуск лампы, что обеспечивается электронной пускорегулирующей аппаратурой. В противном случае срок службы люминесцентной лампы резко сокращается.

Установка датчиков именно в коридоры обосновывается тем, что это является транзитной зоной для прохода, где зачастую во время проведения учебных занятий потребность в освещении сокращается до минимума.

Датчик движения - электронный инфракрасный датчик, обнаруживающий присутствие и перемещение человека и коммутирующий питание освещения. Принцип работы основан на отслеживании уровня ИК-излучения в поле зрения датчика. Сигнал на выходе датчика монотонно зависит от уровня ИК излучения, усредненного по полю зрения датчика. При появлении человека на выходе датчика повышается напряжение. Для того чтобы определить движется ли объект, в датчике используется оптическая система - линза Френеля. Датчик движения нуждается в свободном обзоре определяемого объекта, т.к. тепловое излучение не проникает через стены, двери и стеклянные перегородки. [21]

Для корректного выбора датчика движения необходимо учитывать способ использования помещения. В нашем случае коридоры являются местом временного наличия людей, то есть транзитной зоной для прохода. В соответствии с этим применяем датчики настенного монтажа с обзором 180 градусов: ДД 012 белый, макс. нагрузка 1100 Вт, угол обзора 180 град., дальность 12 м, IP44, ИЭК, изображенный в соответствии с рисунком 5.2.1.



Рисунок 5.2.1 - Датчик движения ДД 012 ИЭК.

Схемы включения датчиков движения представлены в соответствии с рисунком 5.2.2

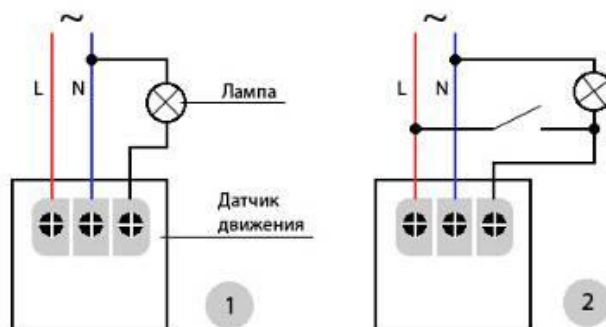


Рисунок 5.2.2 - Схемы включения датчиков движения

Преимущества установки настенного датчика движения с углом обзора 180 градусов:

- активные зоны датчика менее плотно расположены, зато повышен радиус действия;
- активные зоны располагаются в помещении горизонтально, т.е. зона контроля датчика растянута и не имеет четких ограничений;
- с увеличением расстояний до датчика уменьшается чувствительность;
- пересечение активных зон датчик воспринимает на больших расстояниях, при движении на датчик чувствительность уменьшается. [21]

При совместном внедрении ЭПРА и датчиков движения в ТПУ, экономия электроэнергии может составлять до 30 %.

5.3 Рекомендации по энергосбережению тепловой энергии

5.3.1 Ежегодная промывка системы отопления и ГВС

Эффективность функционирования отопительной системы зависит от многих показателей: работы теплогенератора, качества теплоносителя, рабочего давления, а также своевременности технического обслуживания. Своевременно и правильно проведенная промывка системы отопления продлит

срок службы трубопровода, радиаторов и других элементов схемы, при этом улучшив их теплоотдачу.

В процессе работы на стенках отопительного трубопровода откладывается накипь, которая снижает пропускную способность системы, ее теплоотдачу, а значит, и эффективность всего отопления в целом. Показатель теплопроводности отложений в 40 раз ниже теплопроводности металла. Это говорит о том, что даже тонкий слой накипи всего в 1 мм на 15-20% снижает эффективность работы отопления. Кроме того, агрессивные отложения постепенно разрушают металл, что приводит к образованию нежелательных разрывов. В таких случаях система выходит из строя и нуждается в срочном ремонте, который зачастую обходится дороже профилактических работ.

Таблица 5.3.1 – Как отложения влияют на эффективность работы отопительной системы.

Наименование	Ед. измер-ия	Значения					
		0	1	2	3	5	7
Толщина отложений	d, мм	0	1	2	3	5	7
Коэффициент теплопередачи	k, Вт/(м ² *К)	6,84	6,63	6,35	6,09	5,53	4,88
Мощность секции чугунного радиатора	Q, Вт	47,25	45,83	44,33	42,19	38,2	33,7
Уменьшение интенсивности теплопередачи	%	0	3,1	7,2	11,0	19,2	28,7
Температура наружной поверхности радиатора	t, C	43,3	42,7	42	41,2	39,5	37,6
Увеличение расхода теплоносителя	Кг/ч	0	0,05	0,1	0,17	0,31	0,47

5.4 Способы решения проблемы

Сегодня разработаны и используются несколько способов решения данной проблемы. Промывку систем отопления можно выполнить с помощью следующих методов:

- **Химический метод.** Это дешевый и действенный способ, он легко справится с очисткой системы сложной конфигурации. Он выполняется с помощью раствора из нескольких видов кислот и щелочей. Их состав подбирается согласно качеству жидкости, используемой в системе. Водяную

магистраль можно не перекрывать, то есть метод доступен в любое время года. Загрязнения удаляются сразу. Данная технология характеризуется ограничениями по материалу, из которого выполнена коммуникация – **ее нельзя применять на алюминиевых радиаторах.**

- **Гидропневматический метод.** Этим способом можно промыть системы отопления любой конструкции, даже старые чугунные батареи. Процесс выполняется с помощью специального оборудования, которое создает сильные и короткие гидропневмоволны. Благодаря ударам, наносимым сжатым воздухом, отложения на внутренних стенках отслаиваются и выходят через канализацию. Конструкция не страдает, поскольку волны распространяются по потоку теплоносителя. Процедура

Регулярность проведения профилактических мероприятий

Рекомендуется выполнять промывку ежегодно – после окончания сезона отопления. В противном случае, снижение показателей передачи тепла в жилые или коммерческие помещения будет прогрессировать, будут изнашиваться трубы, радиаторы и теплообменные аппараты.

Периодический принцип важен, поскольку необходима ежегодная подготовка комплекса к новому отопительному сезону. Нельзя экономить на регулярном проведении профилактических мероприятий, поскольку следствие их невыполнения – выход из строя системы в неподходящее время и значительные денежные траты на срочный ремонт.

6 «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Введение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не только масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности (потенциала) разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований. Через такую оценку ученый может найти партнера для дальнейшего проведения научного исследования, коммерциализации результатов такого исследования и открытия бизнеса.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, чтобы удовлетворить потребителя, каков бюджет научного проекта, сколько времени потребуется для выхода на рынок и т.д.

Целью этой научно-исследовательской работы является анализ реализации программы энергосбережения в ТПУ.

Цель данного раздела – рассчитать расходы на реализацию освещения, включающие в себя, расчет капитальных вложений при использовании традиционных источников, расчет эксплуатационных затрат при использовании светодиодных источников, расчет срока окупаемости, чистого дисконтированного дохода и затраты на потребляемую электроэнергию. В данном разделе будет рассмотрено эффективность замены ламп накаливания (ЛН) на энергосберегающие люминесцентные (ЛЛ) и светодиодные. За основу

для расчетов примем произведенную замену ламп накаливания на энергосберегающие в 2016 год. Согласно данным полученным в отделе главного энергетика ТПУ в 2016 году была произведена замена ЛН на ЛЛ и светодиодные в количестве 945 и 620 соответственно.

6.1. Анализ энергопотребления и расчет экономии электроэнергии при модернизации системы освещения

Анализ энергопотребления существующего осветительного оборудования и расчет экономии электроэнергии при модернизации системы освещения[13].

Анализ энергопотребления существующего осветительного оборудования произведен на основе данных производителей светильников и установленных в них ламп. Результаты анализа приведены в таблицах 6.1.1 .

Таблица 6.1.1- Результаты анализа

Тип светильника	Мощность потребления светильника, Вт	Количество светильников	Суммарная мощность потребления, кВт
ЛН	95	1565	148,675

Модернизация освещения осуществляется заменой светильников по принципу «точка на точку». Расчетное энергопотребление системы освещения после модернизации приведено в таблице 6.1.2.

Таблица 6.1.2 – Для модернизации системы освещения использованы светодиодные и ЛЛ светильники

Тип светильника	Мощность потребления светильника, Вт	Количество светильников	Суммарная мощность потребления, кВт
Светодиодный	36	620	22,320
ЛПО	40	945	37,800
ИТОГО			60,120

Сопоставляя результаты пикового энергопотребления из таблиц 1 и 2, снижение потребления электроэнергии в результате модернизации составит 2,4 раза[13].

6.2. Требования к светильникам для модернизации системы освещения

6.2.1. Требования к конструкции световых приборов

- Конструкция светильников должна обеспечивать высокую пыле и влаго-защищенность по ГОСТ 14254-96 для исключения необходимости чисток и обслуживания в течение минимального срока службы;
- Конструкция и тип рассеивателей должны обеспечивать максимальное светопропускание;
- Конструкция оптической системы должна обеспечивать требуемый защитный угол относительно оптической оси по СанПиН 2.2.1/2.1.1.2585 – 10;
- Конструкция светильников должна обеспечивать простоту обслуживания (чистки поверхности выхода света).

6.2.2. Гигиенические требования.

- Световые приборы должны соответствовать Санитарным правилам и нормам СанПиН 2.2.1/2.1.1.2585 – 10 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. Изменения и дополнение № 1к СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03»;
- Световая среда, создаваемая системой освещения, должна удовлетворять требованиям СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 и дополнениями[20].

6.2.3. Требования устойчивости к внешним воздействиям

- Световые приборы должны быть работоспособны в диапазоне окружающих температур от 0 до +50°C;
- Световые приборы должны быть работоспособны при относительной влажности воздуха до 100%.

6.2.4. Требования к техническим характеристикам.

- Общие технические характеристики светового оборудования должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 5.4; 65

-Светильники в своем составе должны иметь электронную схему, обеспечивающую стабилизацию тока светодиодов во всем диапазоне температур эксплуатации и напряжения питания;

-Светильники должны иметь защиту от скачков напряжения сети переменного тока, превышающих по амплитуде максимальное значения напряжения питания на 20%;

-Кривая силы света светильников должна соответствовать высоте подвеса и одновременно удовлетворять требованиям равномерности освещенности на рабочей поверхности по СнИП 23-05-95 при максимально возможном расстоянии между узлами расстановки светильников на потолке[35].

Таблица 6.2.1 – Общие технические характеристики светового оборудования

Наименование	Единица измерения	Значение	Примечание
Напряжение питания переменного тока 47...53 Гц	В	220	160...260В
Мощность потребления, не более	Вт	30	Напряжение питания 220В±5В
Коэффициент мощности, не менее	cos φ	0,95	Напряжение питания 220В±5В
Степень защиты, не ниже		IP54	В рабочем положении
Мин. Температура эксплуатации окр. среды, Токр	0С	-10	
Макс. Температура эксплуатации окр. среды, Токр	0С	+60	
Эффективность, не менее	лм/Вт	140	Токр = 250С, Тс=4000К...4500К
Цвет и цветовая температура		Белый, 4000К	
Срок службы, не менее	лет	10	

6.3 Расчет экономии электроэнергии

Мощность, потребляемая на освещение:

$$P_{\Sigma} = n_{\text{л}} \times P; \quad \text{кВт}$$

P – мощность всех задействованных ламп, Вт;

$n_{\text{л}}$ – количество светильников.

$$P_{\text{лн}\Sigma} = n_{\text{л}} \times P = 1565 \times 95 = 148,675 \quad \text{кВт}$$

$$P_{\text{сд}\Sigma} = n_{\text{л}} \times P = 620 \times 36 = 22,32 \quad \text{кВт}$$

$$P_{\text{лпо}\Sigma} = n_{\text{л}} \times P = 945 \times 40 = 37,8 \quad \text{кВт}$$

Потребляемая электроэнергия на освещение за год, кВт·ч:

$$P_{\text{год.ээ}} = P_{\text{свет}\Sigma} \times t_{\text{раб}}; \quad \text{кВт} \cdot \text{ч}$$

$t_{\text{раб}}$ – продолжительность работы светильника в году (12 часов в сутки).

$$P_{\text{год.ээ.лн}} = 148,675 \times 4380 = 651196,5 \quad \text{кВт} \cdot \text{ч}$$

$$P_{\text{год.ээ.сд}} = 22,32 \times 4380 = 97761,6 \quad \text{кВт} \cdot \text{ч}$$

$$P_{\text{год.ээ.лпо}} = 37,8 \times 4380 = 165564 \quad \text{кВт} \cdot \text{ч}$$

$$P_{\text{год.ээ.сд + лпо}} = 97761,6 + 165564 = 263325 \quad \text{кВт} \cdot \text{ч}$$

Стоимость суммарных затрат на электроэнергию за год, руб.:

$$C_{\text{год}} = P_{\text{год.ээ}} \times C_{\text{ээ}}; \quad \text{руб.}$$

$C_{\text{ээ}}$ – стоимость электроэнергии за 1 кВт·ч.

$$C_{\text{год.лн}} = 651196,5 \times 3,97 = 2585250,105 \quad \text{руб.}$$

$$C_{\text{год.сд}} = 97761,6 \times 3,97 = 388113,55 \quad \text{руб.}$$

$$C_{\text{год.лпо}} = 165564 \times 3,97 = 657289,08 \quad \text{руб.}$$

$$C_{\text{год.сд+лпо}} = 38811,55 + 657289,08 = 1045402,63 \quad \text{руб.}$$

Средняя стоимость суммарных затрат на электроэнергию за месяц, руб:

$$C_{\text{мес}} = \frac{C_{\text{год.ээ}}}{12}; \text{ руб}$$

$$C_{\text{мес.лн}} = \frac{2585250,105}{12} = 215437,5 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{мес.сд}} = \frac{388113,55}{12} = 32342,79 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{мес.лпо}} = \frac{657289,08}{12} = 54774,09 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{мес.сд+лпо}} = \frac{1045402,63}{12} = 87116,88 \text{ руб.}$$

Суммарное количество сэкономленной электроэнергии за год, кВт:

$$P_{\text{год.эк}} = P_{\text{год.ээ.лн}} - P_{\text{год.ээ.сд+лпо}} = 651196,5 - 263325 = 387871,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Стоимость сэкономленной электроэнергии за год, руб:

$$C_{\text{год}} = P_{\text{год.эк}} \times C_{\text{ээ}}; \text{ руб}$$

$$C_{\text{год.эк}} = 387871,5 \times 3,97 = 1539849,85 \text{ руб.}$$

6.4 Расчет затрат

Затраты на покупку ламп руб:

$$C_{\text{закупки}} = n_{\text{л}} \times C_{\text{л}}, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{закуп.лн}} = 1565 \times 25 = 39125, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{закуп.сд}} = 620 \times 2500 = 1550000, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{закуп.лпо}} = 945 \times 700 = 661500, \text{ руб.}$$

$$C_{\text{закуп.сд+лпо}} = 155000 + 661500 = 2211500, \text{ руб.}$$

Расчет окупаемости светильников освещения:

$$T = \frac{C_{\text{закуп.сд+лпо}} - C_{\text{закуп.лн}}}{C_{\text{мес.ээ.лн}} - C_{\text{мес.ээ.сд+лпо}}}$$

$$T = \frac{2211500 - 39125}{215437,5 \text{руб} / \text{мес} - 87116,88 \text{руб} / \text{мес}} = \frac{2172375}{128320,62} = 17 \text{мес} = 1 \text{год} \ 5 \text{мес}$$

6.5 Оценка эффективности исследования

Эффективность нескольких инвестиционных проектов будет оценена методом определения чистой текущей стоимости и ЧДД – чистого приведенного дохода, на который может увеличиться стоимость мероприятий в результате реализации проекта.

Расчет эффективности основан на данных денежного потока и процедуре дисконтирования денежных потоков, приведенных их к настоящему моменту времени.

Денежный поток рассчитывается отдельно по каждому виду деятельности, по всем видам деятельности на каждом шаге расчета и по всем видам деятельности накопительным итогом. По операционной (текущей) и инвестиционной деятельности принимается во внимание суммарный денежный поток, а по финансовой деятельности, чтобы избежать влияния принципа двойной записи, учитываем только банковский кредит и субсидии на оплату процентов.

В операционной деятельности учитываются текущие денежные потоки: притоки (выручка от реализации продукции, субсидии по банковскому проценту), оттоки (расходы на производство, налоги, проценты по банковскому кредиту).

Прибыль считается только из возможной экономии. Не учитывая возможное изменение цен на оборудование, изменение курса валют или изменение тарифа.

По инвестиционной деятельности присутствуют только оттоки на капитальные вложения, в которых уже учтены затраты на пусконаладочные работы. Вложение первоначальных оборотных активов не выделено отдельной строкой, так как эти средства уже учтены в себестоимости, а, следовательно, в затратах. Реализация имущества по окончании проекта не предполагается.

Цель дисконтирования – привести денежный поток, неравномерно разбросанный по горизонтали планирования, к настоящему моменту, свернуть протяженную линию и оценить эффективность проекта с учетом временного фактора. Ставка дисконтирования определяется спецификой проекта.

Коэффициент дисконтирования, он же фактор или множитель текущей стоимости, рассчитывается на каждом шаге расчета (для каждого года):

$$K_o = \frac{1}{(1 + E)^t}$$

где E – ставка дисконтирования за период; t – порядковый номер периода с начала реализации проекта.

Дисконтированный денежный поток представляет собой произведение чистого денежного потока на коэффициент дисконтирования.

Дисконтирование денежного потока оформляется в виде таблицы таким образом, чтобы обеспечить максимальную наглядность и удобство расчетов.

Итоговое значение чистого дисконтированного денежного потока – это показатель ЧДД, или то количество денег, которое планируется получить по достижении горизонта планирования с учетом временного фактора.

Таблица 6.5.1– Расчет эффективности замены ЛН на энергоэффективные при гарантированном сроке службе

Наименование	1-й год	2-ой год	3-й год	4-й год	ИТОГО
Количество светильников	1565	1565	1565	1565	
Лампы накаливания	1565	1565	1565	1565	
Тариф электроэнергии, руб/кВтч	3,97	3,97	3,97	3,97	
Годовое потребление электроэнергии, кВтч	651196,5	651196,5	651196,5	651196,5	2604786
Затраты на электроэнергию тыс. руб.	2585250,105	2585250,105	2585250,105	2585250,105	10341000,42
ЗАМЕНА					
Количество светильников (в том числе)	1565	1565	1565	1565	
ЛПО	945	945	945	945	
Светодиодные	620	620	620	620	
Тариф электроэнергии, руб/кВтч	3,97	3,97	3,97	3,97	
Годовое потребление электроэнергии, кВтч (в том числе)	263325	263325	263325	263325	1053300
ЛПО	165564	165564	165564	165564	662256
Светодиодные	97761,6	97761,6	97761,6	97761,6	391046,4
Затраты на электроэнергию тыс. руб.	1045400,25	1045400,25	1045400,25	1045400,25	4181601
Затраты на закупки тыс.руб.	2211500				
Затраты на электроэнергию и закупку ламп тыс.руб.	3256900,25	1045400,25	1045400,25	1045400,25	6393101
Чистый эффект от замены ламп	-671650,145	1539849,855	1539849,855	1539849,855	3947899,42
Коэффициент дисконтирования	0,9	0,81	0,729	0,656	
Чистый дисконтированный доход	-604485,13	1247278,38	1122550,54	1010141,50	3026359,51
Денежный поток нарастающим итогом тыс.руб.	-604485,13	642793,25	1765343,79	2775485,301	

Таблица 6.5.2 – Показатели оценки экономической эффективности при разных ставках дисконтирования

Параметр	Номер шага (периода) расчета (t)								
	0	1	2	3	4	5	6	...	11
Инвестиции	2211500	–	–	–	–	–	–	...	
Чистая прибыль	–	1239849,85	1239849,85	1239849,85	1239849,85	1239849,85	1239849,85	...	1239849,9
Коэф. дисконтирования при ставке дохода 20%	1	0.833	0.694	0.579	0.482	0.402	0,335	...	0,093
Денежный поток нарастающим итогом	-2211500	-1178705,07	-318249,278	399623,785	997231,407	1495651,04	1911000,74	...	3102496,5
Коэф. дисконтирования при ставке дохода 25%	1	0.800	0.640	0.512	0.410	0.328	0,262	...	0,055
Денежный поток нарастающим итогом	-2211500	-1219620,12	-426116,216	208686,907	717025,345	1123696,09	1448536,75	...	2284196
Коэф. дисконтирования при ставке дохода 30%	1	0.769	0.592	0.455	0.350	0.269	0,207	...	0,033
Денежный поток нарастающим итогом	-2211500	-1258055,46	-524064,353	40067,3279	474014,775	807534,385	1056744,20	...	1661790,9

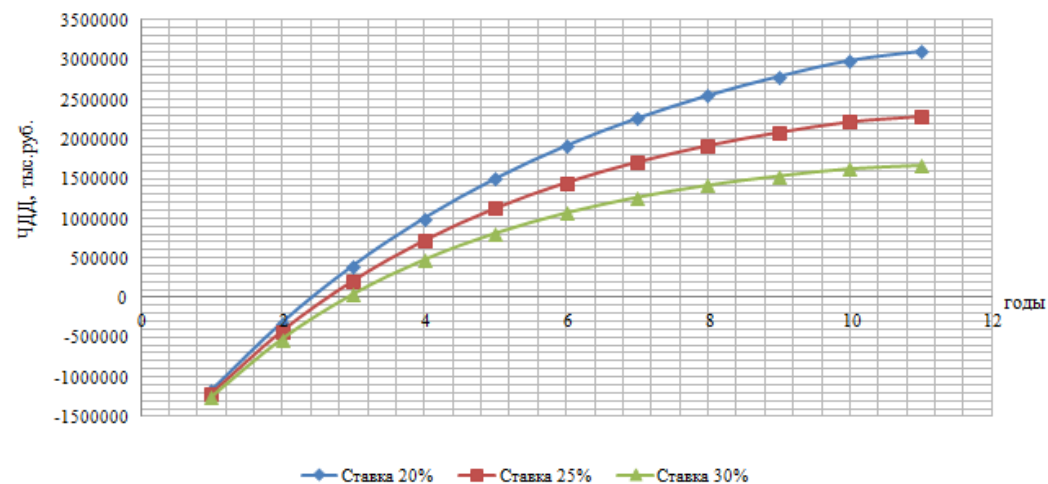


Рисунок 6.5.1 – Графики изменения чистого дисконтированного дохода по годам

7 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Аннотация. В этом документе приводятся вопросы выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению. В соответствии со стандартом целями составления настоящего раздела является принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи в производстве и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

Введение

Охрана труда представляет собой систему законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Выполнение работ сопровождается большим количеством пыли, вибрацией, повышенным шумом, что требует проведение необходимых организационных и технических мероприятий по снижению вредного воздействия этих факторов.

Более подробно в отношении действия опасных и вредных производственных факторов рассмотрим рабочее место центр ресурсов сбережения при Томском политехническом университете. Кабинеты оснащены оргтехникой и компьютерами где составляют энергетические паспорта и работают энергосбережением ресурсов.

Таблица 7.1 – Опасные и вредные факторы [36]

Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
Вредные	Опасные	
1	2	3
1. Микроклимат; 2. Шум; 3. Электромагнитные излучения; 4. Искусственное освещение .	1. Электрический ток; 2. Пожароопасность.	СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 СанПиН 2.2.4.1191 -03 ГОСТ 12.0.004-90 СНиП 23-05- ГОСТ 12.1.004-91 СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 НПБ 105-03

7.1 Анализ вредных факторов

7.1.1 Микроклимат

В соответствии с [29] одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение чистоты воздуха и нормальных метеорологических условий в аудитории. Для оценки метеоусловий в помещении производят измерения температуры, влажности, запылённости, скорости движения воздуха и интенсивности теплового излучения. Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, указанным в таблицы 7.1.1.

Таблица 7.1.1 –Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

	Период года	Температура воздуха °С.	Относительная влажность воздуха %	Скорость движения воздуха, м/с
Оптимальная	Холодный	20-22	50-60	0.2
	Теплый	20-24	50-60	0.3
Допустимая	Холодный	18-25	не > 70	0.3
	Теплый	не > 22	70	0.5

Система отопления аудитории должна обеспечить достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха в холодный период года, а также безопасность в отношении пожара и взрыва. Так же необходимо обеспечить приток воздуха в аудиторию. Минимальный расход воздуха определяется из расчета 50 – 60 м³/ч на одного человека. Для обеспечения установленных норм микроклиматических параметров и частоты воздуха в аудитории, возможно, применить вентиляцию в соответствии требованиями [30].

Для поддержания данных санитарных норм достаточно иметь естественную неорганизованную вентиляцию помещения и местный

кондиционер установки полного кондиционирования воздуха, обеспечивающий постоянство температуры, относительной влажности, скорости движения и чистоты воздуха. Необходима система центрального отопления, обеспечивающая заданный уровень температуры в зимний период.

В зимний период в аудитории для поддержания необходимой температуры используется система водяного отопления. Эта система надежна в эксплуатации и обеспечивает возможность регулирования температуры в широких пределах.

При устройстве системы вентиляции и кондиционирования воздуха в помещении необходимо соблюдать определенные требования пожарной безопасности. Для обеспечения требуемого микроклимата воздушной среды в аудитории рекомендую применять искусственную вентиляцию в сочетании с «местной» искусственной, так и естественной.

7.1.2 Шум

Шум – это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Он может создаваться работающим оборудованием, используемым в процессе труда инструментом, различными механизмами и устройствами. К таким оборудованием относится компьютерная техника, находящиеся в помещении.

В результате исследований установлено, что шум и вибрация ухудшают условия труда, оказывают вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи, вызывает снижение работоспособности, повышает утомляемость, вызывает изменения в органах слуха человека, ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция. Действие вибрации также оказывает значительное влияние на организм человека, при этом развивается профессиональное заболевание – виброболезнь.

Эквивалентный уровень звука для персонала, осуществляющего эксплуатацию ПЭВМ не должен превышать 50 дБА в соответствии [1, 3] «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

По частотам шумы подразделяются на:

- низкочастотный (<300 Гц)
- среднечастотный (300—800 Гц)
- высокочастотный (>800 Гц)

В соответствии с [29] защита от шума, создаваемого на рабочих местах внутренними и внешними источниками, осуществляется уменьшением шума в источнике, применением средств коллективной [32] и индивидуальной защиты. Для рассматриваемого помещения мы можем предложить замену оборудования на современное, и более удобное его размещение.

Для уменьшения шума нужно уменьшить энергию отражённых волн. Это можно достичь, увеличив эквивалентную площадь звукопоглощения помещения путём размещения на его внутренних поверхностях звукопоглощающих облицовок, а также установки в помещении штучных звукопоглотителей. Наиболее эффективное снижение шума можно достичь путём установки звукоизолирующих преград в виде стен, перегородок, кабин.

7.1.3 Электромагнитное излучение

Временные допустимые уровни электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах пользователей представлены в таблице 7.1.2.

Таблица 7.1.2 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах[2]. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400кГц	25 нТл
Напряженность электромагнитного поля		15 кВ/м

Основные источники электромагнитного поля:

- Электропроводка внутри зданий
- Бытовые электроприборы

- Офисная техника
- Сотовая связь

Обеспечение защиты работающих от неблагоприятного влияния ЭМП осуществляется согласно СанПиН 2.2.4.119-03[35] путем проведения организационных, инженерно-технических и лечебно-профилактических мероприятий.

Организационные мероприятия при проектировании и эксплуатации оборудования, являющегося источником ЭМП или объектов, оснащенных источниками ЭМП, включают:

выбор рациональных режимов работы оборудования;

- выделение зон воздействия ЭМП;
- расположение рабочих мест и маршрутов передвижения обслуживающего персонала на расстояниях от источников ЭМП, обеспечивающих соблюдение ПДУ;

• ремонт оборудования, являющегося источником ЭМП следует производить (по возможности) вне зоны влияния ЭМП от других источников;

- соблюдение правил безопасной эксплуатации источников ЭМП.

Инженерно-технические мероприятия должны обеспечить снижение уровней ЭМП на рабочих местах путем внедрения новых технологий и применение средств коллективной и индивидуальной защиты (когда фактические уровни ЭМП на рабочих местах превышают ПДУ, установленные для производственных воздействий).

В целях предупреждения и раннего обнаружения изменений состояния здоровья все лица, профессионально связанные с обслуживанием и эксплуатацией источников ЭМП, должны проходить периодические профилактические медосмотры в соответствии с действующим законодательством.

7.1.4 Искусственное освещение

Согласно СНиП 23-05-95 работы, проводимые в данной работе, имеет разряд зрительной работы VIIa. [33]

Таблица 7.1.3 – Норма освещенности рабочего места [33]

Искусственное освещение					Естественное освещение	Совмещенное освещение		
освещенность, ЛК			сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО e_H , %			
при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения			при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
всего	в т.ч. от общего							
750,0	200,0	300,0	40,0	20,0	4,0	1,5	2,4	0,9

Освещение должно быть таким, чтобы не давать глазам ощущения напряжения. При плохом освещении оператор ПК быстро устает, работает медленнее, возникает опасность ошибочных действий. Кроме того, плохое освещение может привести к некоторым профессиональным заболеваниям.

Согласно СНиП 23-05-95 освещение должно обеспечивать следующие условия:

- равномерность и устойчивость освещенности;
- мягкие тени;
- защита глаз от прямых попаданий солнечных лучей.

В светлое время дня необходимый уровень освещенности обеспечивается естественным путем (через оконные проемы). В вечерние время применяется искусственное освещение (люминесцентные лампы), так как их освещение приближено к естественному.

7.1.5 Расчет искусственного освещения

Помещение, в котором находится рабочее место инженера, имеет следующие характеристики:

- длина помещения: 10 м;
- ширина помещения: 5 м;
- высота помещения: 3 м;

Найдем необходимое число ламп при помощи метода коэффициента использования.

Расчёт системы общего освещения производится методом коэффициента использования светового потока, который выражается отношением светового потока, падающего на расчётную поверхность, к суммарному потоку всех ламп. Его величина зависит от характеристик светильника, размеров помещения, окраски стен и потолка, характеризуемой коэффициентами отражения стен и потолка.

Необходимый световой поток лампы в каждом светильнике:

$$F_o = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\eta}, [31] \text{ где}$$

F_o -рассчитываемый общий световой поток, Лм;

E - заданная минимальная освещённость, лк (500);

K - коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы в результате загрязнения светильников в процессе эксплуатации (для люмин. ламп - 1,5) ;

S - освещаемая площадь, м² (20);

Z - отношение средней освещённости к минимальной (обычно принимается равным 1.1-1.2 , для люминесцентных ламп - 1,1) ;

η - коэффициент использования светового потока в долях единицы (отношение светового потока, падающего на расчётную поверхность, к суммарному потоку всех ламп).

Коэффициент использования η зависит от типа светильника, от коэффициентов отражения потолка $\rho_{\text{п}}$, стен $\rho_{\text{с}}$, расчётной поверхности $\rho_{\text{р}}$, индекса помещения

$$i = \frac{s}{h \cdot (a + b)}, [2]$$

где h - высота светильника над рабочей поверхностью, a - длина подешения, b - ширина помещения .

Найдем h по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3 - 0,9 - 0 = 2,1 \text{ (м)}, \text{ где}$$

H = высота помещения, м (4);

h_p = высота рабочей поверхности от пола, м (0,9);

h_c = высота свеса светильника от основного потолка, м (0).

Для освещения используются светильники типа ОД для которых оптимальность расположения светильников составляет $\lambda = 1,4$.

Расстояние между светильниками:

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 2,1 = 2,94 \text{ м}$$

Индекс освещения:

$$i = \frac{10 \cdot 5}{2,1 \cdot (10 + 5)} = \frac{50}{2,1 \cdot 15} = 1,58$$

Для светлого фона примем : $\rho_n = 70 \%$, $\rho_c = 50 \%$, $\rho_p = 10 \%$
 $\Rightarrow \eta = 43 \%$.

$$F_{\text{л}} = \frac{F_o}{N}, \text{ где}$$

$F_{\text{л}}$ – световой поток одной лампы;

F_o – общий световой поток;

N – число ламп.

$$F_o = \frac{500 \cdot 1,5 \cdot 50 \cdot 1,1}{0,43} = 95930 \text{ лм};$$

$$\Rightarrow N = \frac{F_o}{F_{\text{л}}}$$

$$N = \frac{95930}{4400} = 21,8 \Rightarrow 22$$

Для освещения помещений выбираем люминесцентные светильники типа ЛХБ65, световой поток которых $F_{\text{л}} = 4400 \text{ Лм}$.

Число светильников выбирается в зависимости от размеров освещаемого помещения, при этом количество светильников должно быть таким, чтобы

отношение расстояния между ними к высоте их подвеса над поверхностью было равно $1,5 \div 2$.

При выборе осветительных приборов используем светильники типа ЛСПО 2. Каждый светильник комплектуется двумя лампами. Размещаются светильники тремя рядами, по два в каждом ряду.

Допускается отклонение (ε) светового потока выбранной лампы от расчётного от - 10 % до + 20 %.

$$E_{\text{факт}} = \frac{F_0 \cdot \eta}{S \cdot z \cdot k}$$
$$E_{\text{факт}} = \frac{95930 \cdot 0,43}{50 \cdot 1,1 \cdot 1,5} = 500 \text{ лк}$$

Отличие от нормированного уровня

$$\frac{E_{\text{факт}} - E_{\text{норм}}}{E_{\text{норм}}} \cdot 100\%$$
$$\frac{500 - 500}{500} \cdot 100\% = 0\%$$

Для исключения засветки экранов дисплеев прямыми световыми потоками светильники общего освещения располагают сбоку от рабочего места, параллельно линии зрения оператора и стене с окнами. Такое размещение светильников позволяет производить их последовательное включение в зависимости от величины естественной освещённости и исключает раздражение глаз чередующимися полосами света и тени, возникающее при поперечном расположении светильников.

Электрическая мощность всей осветительной системы вычисляется по формуле:

$$P_{\text{общ}} = P_1 \cdot N, \text{ Вт, где}$$

P_1 – мощность одной лампы = 65 Вт;

N – число ламп = 22.

$$P_{\text{общ}} = 65 \cdot 22 = 1430 \text{ Вт.}$$

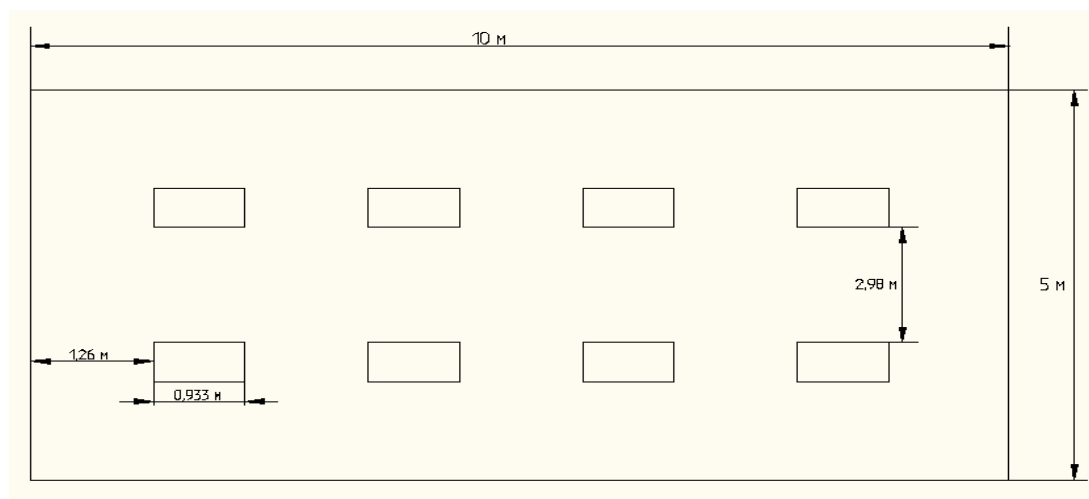


Рисунок 7.1.1 – План помещения

7.2 Анализ выявленных опасных факторов среды

7.2.1 Опасность поражения электрическим током

Электробезопасностью является система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

В Правилах устройства электроустановок [36] приведена следующая классификация помещений: сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие и пыльные. Учитывая эту классификацию, все помещения подразделяют на три класса по степени опасности поражения электрическим током.

Помещения 1 класса. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости (100% влажность), химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности.

Помещения 2 класса. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырости (более 75% влажности) или токопроводящей пыли, токопроводящих полов (металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т. п.), высокой температуры (более +35°C),

возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой стороны.

Помещения 3 класса. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.

К основным причинам воздействия тока на человека относятся случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции и др.

Поражающее действие электрического тока зависит от значения и длительности протекания тока через тело человека, рода и частоты тока, места протекания тока, индивидуальных свойств человека. Наиболее опасным для человека является переменный ток с частотой 20 – 100 Гц. Опасной величиной тока является ток, равный 0,001 А, а смертельный 0,1 А.

Также исход электропоражения зависит от состояния внешней среды. Существуют следующие виды электрических воздействий на человека:

- термическое (ожог);
- электрическое;
- механическое (электрометаллизация);
- биологическое (паралич мышц, электрический удар).

Имеются предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов. Мероприятия по защите от поражения электрическим током – защитное заземление. Принцип действия защитного заземления: человек должен стоять внутри контура заземления и при попадании фазного напряжения на заземленный корпус прибора, под фазным напряжением окажется как корпус прибора, так и участок земли, на которой стоит человек. При прикосновении человека с прибором между его рукой и ногами не будет возникать разницы потенциалов, и ток через человека не потечет.

Безопасность при работе электроустановками обеспечивается применением различных технических и организационных мер. Они регламентированы действующими правилами устройства электроустановок (ПУЭ), Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ потребителей) и Межотраслевым правилам по охране труда (правилам безопасности) при эксплуатации электроустановок потребителей (ПОТ Р М-016-2001) [34].

Организационные меры:

Основными мероприятиями, направленными на ликвидацию причин травматизма относятся:

- Систематический контроль состояния изоляции электропроводов и кабелей;
- Разработка инструкций по техническому обслуживанию и эксплуатации вычислительной техники и контроль их соблюдения;
- Соблюдения правил противопожарной безопасности;
- Своевременное и качественное выполнение работ по проведению планово-профилактических работ и предупредительных ремонтов[36]

Технические меры:

Защитное заземление;

Зануление;

Защитное отключение;

Изоляция токоведущих частей;

Предупредительная сигнализация;

Знаки безопасности;

Средства защиты и предохранительные приспособления.

7.2.2 Охрана окружающей среды

Проблема защиты окружающей среды – одна из важнейших задач современности. В последние годы во всем мире все с большей силой поднимается вопрос об охране окружающей среды.

Защита окружающей среды — это комплексная проблема, требующая усилий всего человечества. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий является полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам. Это потребует решения целого комплекса сложных технологических, конструкторских и организационных задач, основанных на использовании новейших научно-технических достижений.

Одна из самых серьезных проблем — потребление электроэнергии. С увеличением количества различных видов электрооборудования, внедряемых в производственную сферу, увеличится и объем потребляемой ими электроэнергии, что влечет за собой увеличение мощностей электростанций и их количества. И то и другое не обходится без нарушения экологической обстановки.

Рост энергопотребления приводит к таким экологическим нарушениям, как: изменение климата — накопление углекислого газа в атмосфере Земли (парниковый эффект); загрязнение воздушного бассейна другими вредными и ядовитыми веществами; загрязнение водного бассейна Земли; опасность аварий в ядерных реакторах, проблема обезвреживания и утилизации ядерных отходов; изменение ландшафта Земли.

Люминесцентные лампы, применяемые в помещении для освещения, содержат от 3 до 5 мг ртути, относящейся к 1-му классу токсичных отходов, т.е. "чрезвычайно опасные". Учитывая это, лампы требуют определенных условий для хранения, эксплуатации и утилизации. Согласно санитарным нормам отходы, содержащие ртуть, должны временно храниться в герметичных емкостях или контейнерах в закрытых помещениях, исключающих доступ посторонних лиц. Их перевозка на полигоны складирования должна осуществляться специализированными лицензированными организациями. Размещение отходов на полигонах твердых бытовых отходов категорически запрещается!

Также рассмотрим возможность экономии электроэнергии при эксплуатации аудитории. Любая экономия электроэнергии – вклад, пусть небольшой в защиту окружающей среды, так как это означает экономию топлива и предотвращение выброса в атмосферу соответствующего количества окислов серы, азота, оксида углерода и др. Поскольку ПЭВМ является оборудованием чувствительным к пусковым токам, то не рекомендуется его частое включение и отключение. Можно порекомендовать установку такого режима, как режим ожидания, то есть когда не наблюдается активности со стороны пользователя некоторое время, то компьютер автоматически переходит в режим ожидания. В этом режиме ПЭВМ потребляет меньшее количество электроэнергии, но при этом не нужно его отключать.

Из этого можно сделать простой вывод, что необходимо стремиться к снижению энергопотребления, то есть разрабатывать и внедрять электрооборудование с малым энергопотреблением.

Стоит также отметить, что для снижения вреда, наносимого окружающей среде при производстве электроэнергии, необходимо искать принципиально новые виды производства электроэнергии.

7.2.3 Защита в чрезвычайных ситуациях

Перечень возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС):

- Возникновение короткого замыкания
- Возникновение пожара

Среди возможных ЧС наиболее вероятным является возникновение пожара. В рабочем помещении имеется электропроводка напряжением 220 вольт, предназначенная для питания электроприборов и освещения. При неправильной эксплуатации оборудования и коротком замыкании электрической цепи может произойти возгорание, которое грозит уничтожением техники, документов и другого имеющегося оборудования. Для предотвращения возникновения пожара применяются следующие шаги:

проверка персонала на предмет знаний пожарной безопасности, выполнение работ в соответствии с правилами, плановый осмотр установок.

Количество пожаров и ущерб от них увеличивается ежегодно. Потери от пожаров в России самые высокие по сравнению с другими странами. Они в три раза выше, чем в США, в 3,5 раза выше по сравнению с Японией, в 4,5 раза превышают показатели Великобритании [38].

Рост числа пожаров, материальных потерь, гибели людей является следствием бурного развития техники и технологии, концентрации производства, создания новых пожароопасных материалов, увеличения плотности населения, отсутствия в достаточном количестве первичных средств пожаротушения, низкого уровня подготовки населения к действиям по профилактике и предупреждению пожаров, отсутствия навыков пожаротушения и безопасного поведения во время пожаров.

Если все же возникнет пожар, персонал должен действовать в следующем порядке:

1. Не паниковать.
2. Вызвать пожарных и спасателей по телефону 01, сообщить в каком помещении находитесь.
3. Попытаться погасить огонь самостоятельно на начальной стадии: использовать огнетушитель, воду, снег, песок или землю, накрыть плотной тканью.
4. Отключить электрические и газовые приборы.
5. Закрыть все окна и двери.
6. Взять с собой документы, деньги, ценные вещи.
7. Быстро покинуть опасную зону пожара, используя запасные выходы, пожарные лестницы.
8. Если покинуть помещение нельзя, лечь на пол, ждать помощи или передвигаться ползком к выходу.

9. Дышать через мокрую ткань. Защищать органы дыхания от дыма. Несколько вдохов воздуха, насыщенного дымом, могут привести к потере сознания.

10. Выйти на балкон, закрыть за собой дверь, позвать на помощь.

11. Использовать для защиты от огня и теплового излучения влажную плотную ткань.

12. Не закрывать входную дверь на ключ.

13. Не пользоваться лифтом.

Категории помещений по пожарной опасности

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения и здания согласно НПБ 105-03 [13] подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г, Д.

Категория помещения А (взрывопожароопасная) В помещении находятся горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, а также вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.

Категория помещения Б (взрывопожароопасная): В помещении находятся горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С. горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

Категории помещений В1 - В4 (пожароопасные): В помещении находятся горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы(в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или

друге другом только гореть при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б. Разделение помещений на категории В1, В2, В3, В4 устанавливается в соответствии с пожарной нагрузкой, соотнесенной к площади ее размещения, т.е. в зависимости от удельной временной пожарной нагрузки:

В1 - удельная пожарная нагрузка на участке более 2200 МДж/м² .

В2 - удельная пожарная нагрузка на участке 1401- 2200 МДж/м² .

В3 - удельная пожарная нагрузка на участке 181- 1400 МДж/м² .

В4 - удельная пожарная нагрузка на участке 1- 180 МДж/м² .

Категория помещения Г: В помещении находятся негорючие вещества и материалы в горячем или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистой теплоты, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива.

Категория помещения Д: В помещении находятся негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

План эвакуации людей и оборудования лаборатории представлен на рисунке 7.2.1.

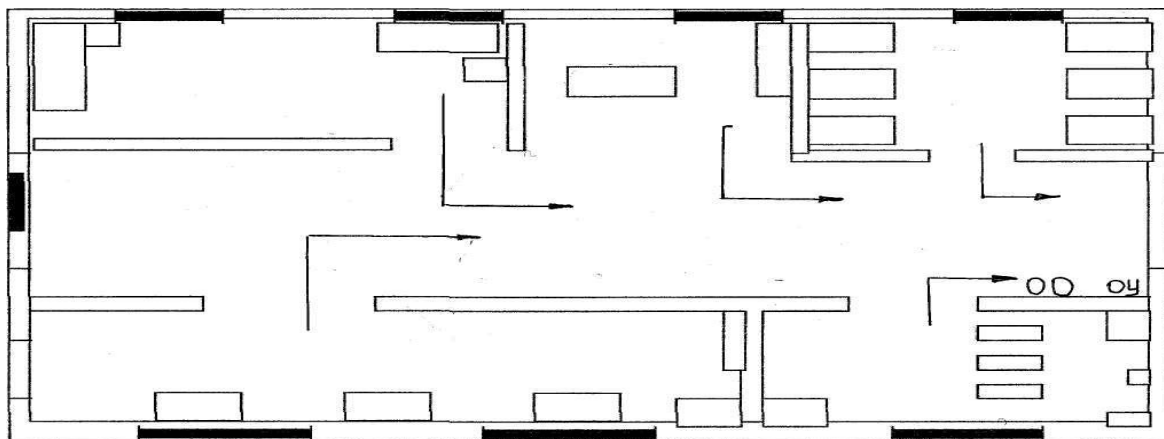


Рисунок 7.2.1 – План эвакуации

Для обеспечения пожаробезопасности в помещении предусмотрены первичные средства пожаротушения: установлена система автоматической сигнализации и два огнетушителя типа ОУ-5 согласно ГОСТ 12.1.004-84 ССБТ

огнетушители устанавливаются в помещении из расчета один огнетушитель на 40-50 м² площади, но не менее двух в помещении [32].

7.2.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Организацией и управлением охраной труда занимается руководитель РЦР. Для организации работы по охране труда руководитель создает службу охраны труда. Служба охраны труда, как правило, существует в форме самостоятельного структурного подразделения предприятия, состоящего из штата специалистов по охране труда во главе с руководителем службы, и работает во взаимодействии с другими подразделениями предприятия, комиссией по охране труда, уполномоченными лицами по охране труда профессиональных союзов, службой охраны труда вышестоящей организации, а также с федеральными органами исполнительной власти соответствующего субъекта Российской Федерации в области охраны труда, органами государственного надзора и контроля за соблюдением требований охраны труда и органами общественного контроля.

В задачи службы охраны труда входят:

1. Организация работы по обеспечению выполнения работниками требований охраны труда;
2. Контроль за соблюдением работниками законов и иных нормативных правовых актов по охране труда, коллективного договора, соглашения по охране труда, других локальных нормативных правовых актов предприятия;
3. Организация профилактической работы по предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний и заболеваний, обусловленных производственными факторами, а также работы по улучшению условий труда;
4. Изучение и распространение передового опыта по охране труда, пропаганда вопросов охраны труда.[34]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен тщательный анализ «Программы энергосбережения ТПУ», включая перечень энергосберегающих мероприятий и ход выполнения программы и ее результативность. Сопоставлены нынешние показатели удельного расхода энергоресурсов с теми, которые были до начала выполнения программы. Анализ программы показал, что энергосберегающие мероприятия внедренные в университете, значительно сократили потребление энергоресурсов. При незначительных доработок данная программа может быть рекомендовано для реализации в других образовательных учреждениях.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1) **Мамаев З. И. Энергосбережение в образовательных учреждениях / З. И. Мамаев ; науч. рук. В. Я. Ушаков // Интеллектуальные энергосистемы : труды IV Международного молодёжного форума, 10-14 октября 2016 г., г. Томск : в 3 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 2. — [С. 198-201].**

2) **Мамаев З. И. Модернизация тепловых пунктов / З. И. Мамаев, Е. В. Богданова // Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи : материалы IV российской молодежной научной школы-конференции, 1-3 ноября 2016 г., Томск : в 2 т. — Томск : ЦРУ, 2016. — Т. 2. — [С. 134-136].**

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ушаков В.Я. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности: социально-экономические, организационные и правовые аспекты. Изд-во ТПУ, 2011 – С. 165-167.
2. Федеральный закон от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ "Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/ [Дата обращения 20.09.15].
3. Программа энергосбережения ТПУ URL: <http://tpu.ru/today/today/programs/Energy/> [Дата обращения 15.02.16].
4. Правила поведения, способствующие сохранению энергии в образовательных учреждениях. Методическое пособие по энергоэффективности для образовательных учреждений. Москва 2012.
5. Энциклопедия. Люминесцентные лампы URL: <http://www.russika.ru/ef.php?s=4437> [Дата обращения 18.02.16].
6. Иодная лампа. Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М. : Советская энциклопедия, 1969—1978.
7. Светодиодная_лампа URL: ru.wikipedia.org/wiki/ [Дата обращения 20.02.16].
8. Снижение теплотерь через окна посредством установки двойных и тройных стеклопакетов. URL: <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=27> [Дата обращения 10.01.16].
9. Сравнительные характеристики утеплителей. URL: <http://ostroymaterialah.ru/utepliteli/xarakteristiki-uteplitelei-tablica.html> [Дата обращения 05.11.15].
10. Свойства и технические характеристики биметаллических радиаторов отопления. URL:<http://srbu.ru/otoplenie/119-svojstva-i->

tekhnicheskie-kharakteristiki-bimetallicheskich-radiatorov-otopleniya.html [Дата обращения 15.10.15].

11. Принцип действия и конструкция инфракрасных обогревателей. URL: http://www.avtomash.ru/pred/hit/hit_tex.htm [Дата обращения 15.12.15]

12. Аэратор для смесителя: его функции, устройство и современные новинки. URL: <http://delai-remont.com/santehnika/aerator-dlya-smesitelya.html> [Дата обращения 15.12.15].

13. Электронная энциклопедия. Томский политехнический университет. URL: <http://wiki.tpu.ru/wiki> [Дата обращения 15.03.16].

14. Частотный преобразователь для насоса. URL: <http://ksystems.ru/stati/chastotnyj-preobrazovatel-dlya-nasosa.html> [Дата обращения 23.04.16].

15. Райзберг Б.А. Современный социоэкономический словарь. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 629 с. – С. 406.

16. Практические вопросы реализации государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Санкт-Петербург, 2014. – 268 с. – С. 86.

17. Зеер Э. Ф. Педагогические условия формирования энергосберегающей компетентности у бакалавров профессионального обучения / Э. Ф. Зеер, Е. В. Лебедева // Научный диалог. — 2014. — № 11 (35) : Психология. Педагогика. — С. 114–129.

18. Методика расчета значений целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в том числе в сопоставимых условиях. Утверждена приказом Минэнерго России от 30.06.2014 N 399.

19. Данилов Н.И. Основы энергосбережения: учеб. / Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков; под общ.ред. Н.И. Данилова. – 2-е изд., доп. Екатеринбург: Издательский дом «Автограф», 2010. – 528 с.

20. Сборник нормативных и методических документов по измерениям, коммерческому и техническому учету электрической энергии и

мощности. Издательство «НЦ ЭНАС», М., 1998.

21. Юнович А. Э. Современное состояние и тенденции развития светодиодов и светодиодного освещения // Светотехника. - 2007.- № 6

22. Разработка муниципальной программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности города Перми на период 2011–2015 гг.»: Отчет о НИР (заключительный) / Перм. нац. исслед. политех. ун-т (ПНИ-ПУ); Руководитель А.В. Ромодин; № ГР 01201157370; Инв. № 02201262367. – Пермь, 2012. – 348 с.

23. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов / под общ.ред. О.Л. Данилова, П.А. Костюченко. – М.: Изд-во ЗАО «Технопромстрой», 2006. – 668 с.

24. Кычкин А.В. Модель синтеза структуры автоматизированной системы сбора и обработки данных на базе беспроводных датчиков // Автоматизация и современные технологии. – 2009. – № 1. – С. 15–20.

25. Кычкин А.В., Хорошев Н.И., Елтышев Д.К. Концепция автоматизированной информационной системы поддержки энергетического менеджмента // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2013. – № 5. – С. 12–17.

26. Гаврикова Н.А., Тухватулина Л.Р., Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Шаповалова Н.В.. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. –Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 73 с.

27. Попова С.Н. Управление проектами. Часть I: учебное пособие // С.Н. Попова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 121 с.

28. Карпунина М.Г.,Майданчика Б.И.. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие. – М: 1980. – 175 с.

29. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

30. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

31. Безопасность жизнедеятельности. Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ, 2008.

32. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

33. ГОСТ 12.1.038-84. «Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

34. ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

35. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.

36. Правила устройства электроустановок. – Седьмое издание. Дополненное с исправлениями. – Н.: Сиб. Унив. Изд-во, 2007.

37. Сычев Ю.Н. БЖД: учебно-практическое пособие / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. — М., 2005. — 226 с.

38. ГОСТ 12.0.004-90 Организация обучения безопасности труда. Общие положения

39. Письмо МинЭнерго России № ИА-8643/04 от 12.08.2016 «О поддержке мероприятий по популяризации энергосбережения среди ОУ»

Приложение А

Analysis of the Energy Conservation Program

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5B	Мамаев Зелимхан Ибрагимович		

Консультант кафедры ЭСиЭ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Директор РЦР ЭНИН	Ушаков В. Я.	Д.Т.Н., профессор		

Консультант – лингвист кафедры _____ Иностранных языков _____:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент, каф. ИЯЭИ	Низкодубов Г. А.	к.п.н, доцент		

1 Energy-saving in educational institutions among public institutions in Russia

According to the Federal law of November 23, 2009 261-FZ "on energy saving and energy efficiency and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation» educational institutions should provide lower power consumption (volume of water consumed, diesel or other fuel, fuel oil, natural gas, heat and electricity) at least 3% per year for five years. Thus, until the year 2016 power consumption must be reduced by at least 15% by 2012 g. energy saving is the implementation of measures aimed at reducing the volume of energy resources while maintaining output, works performed, services rendered.

Basic principles:

1. Rational and efficient consumption of energy resources;
2. To develop and support energy conservation incentives and efficiency gains;
3. The complexity and system of implementation;
4. Establishment of energy conservation and efficiency plans;
5. Energy consumption, taking into account the production-technological, resource, environmental and social conditions.

The key objective of energy saving in educational institutions is to increase the value of economic indicators, improve the technical operation by improving energy efficiency by one dollar of the services provided, reduce the financial burden on the budget by reducing the cost of electricity and heat.

Energy saving in educational institutions consists of three types of activities:

1. Analysis of energy consumption;
2. Training of staff and students in the establishment of Provident Energy;
3. Vnedrene set of energy-saving activities to improve the energy efficiency of energy consumption.

One of the most effective energy saving measures in Russian universities is building a culture of conservation. Problems of rational use of energy resources

and energy-saving ways of their need to acquaint all students at every level of education, taking into account the age-appropriate and educational opportunities for students. It is necessary to develop students power-saving behaviors, lean-oriented and responsible attitude to energy and natural resources. Students can participate in the programme of energy saving, which will make it possible to form in their minds an idea of the importance of energy conservation. As well as getting used to lean towards the consumption of energy resources. Perhaps in the future, the current generation will be able to make a breakthrough in energy efficiency across the country.

2 List of energy resources consumption systems in educational institutions

Addressing the challenges of energy efficiency requires the development of original energy management strategies, primarily on the basis of the institutions themselves. The complexity of the solution of the mentioned problems due to their complexity, require consideration, on the one hand, the scientific and technical aspects, specifically related to energy processes and their optimization on individual objects.

We can distinguish the following main specific aspects of energy consumption in the budgetary sphere: Principal energy expenditures associated with electricity supply systems, heating, ventilation and water, since the main targets-consumers of FUEL and ENERGETIC RESOURCES-are-buildings and structures.

Knowledge of this system will enable a meaningful approach to the formirovaniiyu energy-saving culture and opportunities for energy saving.

Electrical supply system. Major groups Porebitelej in educational establishments:

1. Lighting 50-70%,

2. Consumers with electric motors 10-30%,
3. Heating units of various destinations which are Potrebljami 10-20% of electricity,
4. Computer up to 10%
5. A variety of lab stands.

In the electrical supply system, there are narrowing transformer substations (TS), which 10/6 kV demote to 380/220 V, electric voltages 10, 6 and 0.4 kV and electrical receivers. For the most part, all the receivers in the educational establishments of the electrical power are powered by alternating voltages of 220 or 380 V and a frequency of 50 Hz.

The mode of operation of the power receivers is mainly long, and is characteristic of lighting systems, computer equipment and office automation. Lab equipment works A small amount of time during the year, but it consumes a lot of power.

Heat supply system. Educational establishment use thermal energy for heating, hot water, ventilation and heating units. Consumers of thermal energy are of two types:

1. With its own boiler
2. With food from the outside.
1. The thermal power is produced at the thermal points (the user's entrances). Thermal Points by on:
 1. Individual serving one building;
 2. Centralized service for the building group.

Thermal power instruments are not installed in most educational institutions, and this requires Obstojel'ngo tooling and analysis.

The main potrebljami of thermal power in educational establishments are:

1. Heating 55-70%,
2. Hot water supply 16-30%,
3. Ventilation of 10-25%.

The main groups of consumers in educational establishments are:

1. Training and Laboratory Corps.
2. Dormitories.
3. Subabonenty and other consumers

Fuel supply system. Educational institutions consume different types of boiler-furnace fuel (coal, peat, wood, fuel oil, or diesel stoves). Also use natural gas for laboratory facilities and kitchens. Natural amounts of fuel for all of the district heating system and teplopotrebljajushhih plants can be defined based on the results of the calculations required in heat and fuel expenditures on production volumes per hour and year.

Water supply and wastewater. The educational institutions receive cold water from water supply networks. Water is used mainly for laboratory activities, sanitary and hygienic needs, as well as for cooking and other household needs.

Educational institutions also are in the process of wastewater (industrial, household and drains). Sources of industrial effluents are the boiler equipment and laboratory installation. Otvodjat'sja drains in urban rainwater collector or system of urban sewage and industrial effluents in municipal sewerage system.

It follows from this that all educational institutions have a great potential for reducing energy consumption, and hence the reduction of energy consumption in all the key areas of:

- Energy.
- Heating.
- Fuel supply.
- Water.

3 Consumption of electric power

3.1 power supply system

The electrical supply system for TPU objects is made from Tomsk City Electric Networks (TCEN) and from JSC "Tomskjenergo". A small amount of electricity is consumed by the university's training ground in Khakasia from the electrical networks SC Hakasenergo. The sources of electricity supply are the south and satellite 35/6 kV and a series of 6/0.4 kV.

The narrowing double-winding oil transformers in the TDNS-25000-35/6 series are installed on ES "South". The three main transformer substations of the TS 671-43, TS 671-82, TS 671-91, are attached to the "South" ES.

Information about transformer substations are shown in table 3.1.1 power supply of buildings and constructions network 0.4 kV cable lines.

On reliability of power TPU objects have the following categories:

- 1 category–industrial village playground "Sputnik".
- category 2–academic and RESEARCH INSTITUTE
- 3 category–hostel

Table 3.1.1–Information about transformer substations

Name TS	Transformer type	Number of Transformers	Total installed power TS kV·A	Voltage kV
1	2	3	4	5
TS671–2	OT 560/6	1	560	6/0,4
TS671–2a	OT 560/6	1	560	6/0,4
TS671–5	OT 320/6	1	320	6/0,4
TS671–7	OT 630/6	2	1260	6/0,4
TS 671–8	OT 630/6	2	1260	6/0,4
TS 67 1–27	OT 560/6	1	560	6/0,4
TS 671–82	OT 630/6	2	780	6/0,4
TS 671–91	OT 1600/6	2	3200	6/0,4
TS 671–43	OT 630/6	1	1260	6/0,4
TS 43/1	OT-1000/6	2	2000	6/0,4
TS 43/2	OT-1000/6	2	2000	6/0,4

The consumption of electrical energy by TPU objects (GWH) for 2016 is shown in table 3.1.2 (Figure 3.1.1, 3.1.2)

Table 3.1.2–Electric energy consumption targets of TPU

№	Потребитель электроэнергии	2016 г.
<i>BUILDING A</i>		
1	MB	916,398
2	1 building	143,663
3	2 building	583,454
4	3 building	290,516
5	4 Building	281,939
6	6 building	35,975
7	7 building,	75,192
8	8 building,	461,962
9	9 building,	252,591
10	10 building,	562,062
11	12 building	45,773
12	15 building,	61,632
13	16 a building,	215,016
14	16 б building,	66,96
15	16 в building,	51,24
16	18 building,	416,244
17	19 building,	1393,768
Total:		5854,385
<i>Dormitory</i>		
18	Dormitory №16,	423,955
19	Dormitory №17,	595,48
20	Dormitory №5 ,	314
21	Dormitory №10 ,	235,24
22	Dormitory №11 ,	245,36
23	Dormitory №12 ,	142,745
24	Dormitory №13 ,	254,16
25	Dormitory №14 ,	318,65
26	Dormitory №7,	126,84
27	Dormitory №6 ,	146,371
28	Dormitory №1,	314,82
29	Dormitory №2 ,	249,083
30	Dormitory №15,	235,934
31	Dormitory №19,	359,39
32	Усова 15б	233,67
Total:		4195,437

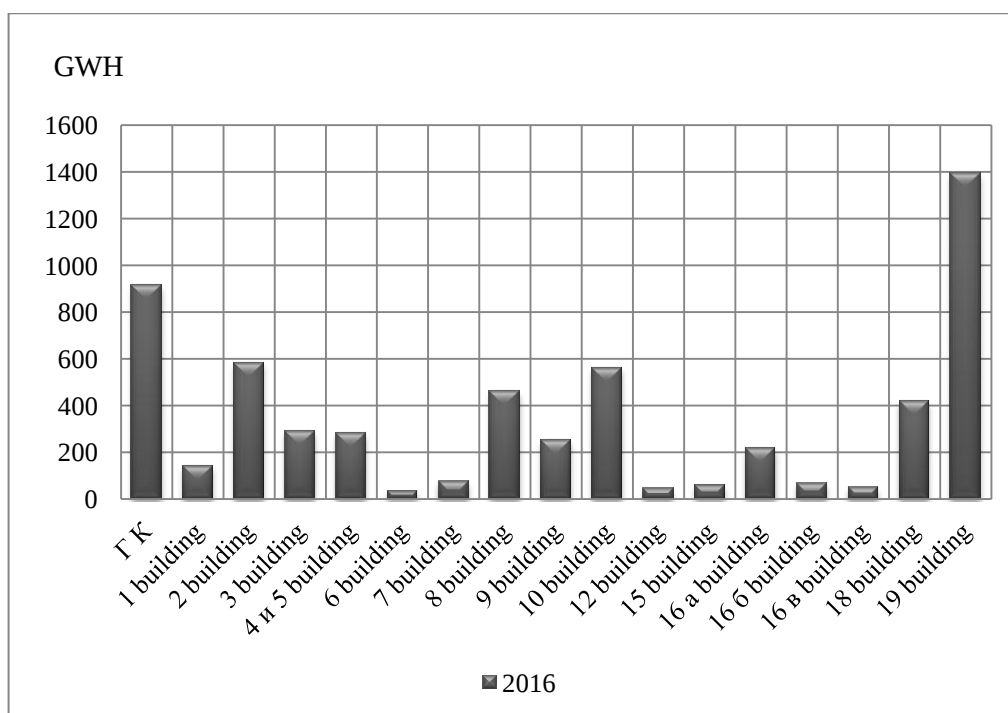


Figure 3.1.1 – Electricity consumption buildings.

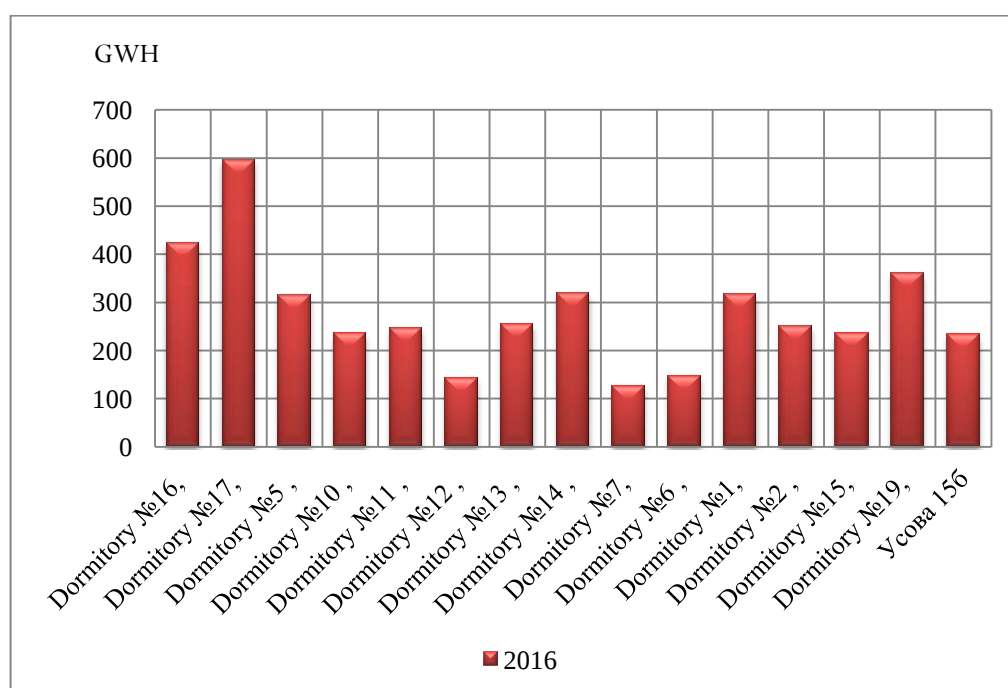


Figure 3.1.2 – Electricity consumption hostels.

3.1.2. Analysis of annual variations of power consumption

The annual consumption for the five-year period 2012 ÷ 2016 was analysed. The annual schedule is presented in Figure 3.1.3. The minimum level is recorded

in 2016, the maximum being in 2012. The difference between the minimum and maximum was more than 2 million. kWh or 19%.

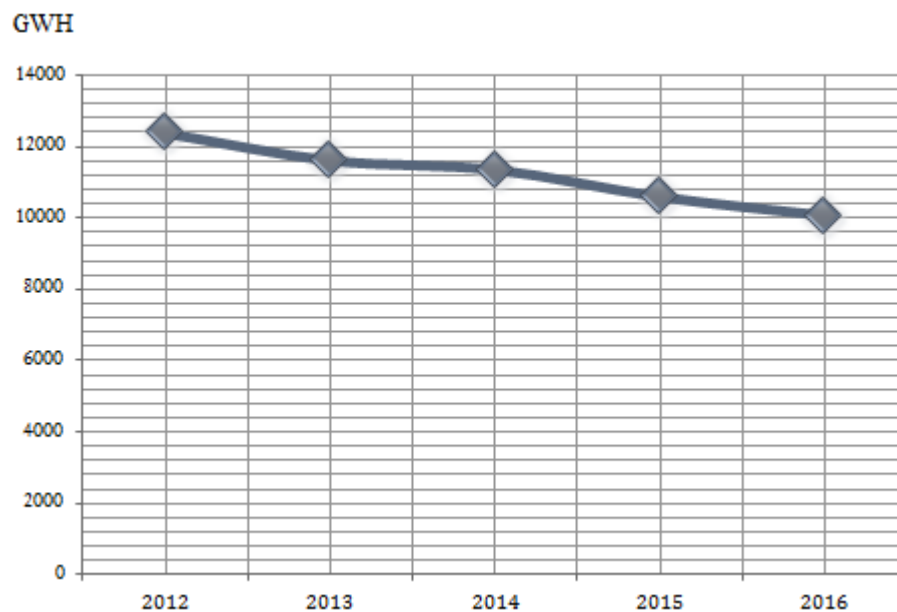


Figure 3.1.3 – Annual consumption of electrical energy in the dorms and buildings TPU for 2012-2016 years

Electrical energy consumption reduction targets of TPU is primarily due to the introduction of energy saving technologies that reduced consumption in the year 2016 19% compared to the year 2012. The TPU as energy saving measures have been considered and implemented the following activities:

1. Implementation of the AMR system (Figure 3.1.4). Through rational use of electricity, the system has reduced power consumption by 5-10%. The accounting system is installed on all input distribution devices (MSR), as well as the installation of a mini-controllers to collect information from electric power meters, which will allow monitoring of the power quality parameters.

Also, technical accounting automation will provide:

- Automatic collection and processing of electricity parameters;
- Accuracy and reliability of accounting for electricity and power;
- Through automatic generation of electricity balances, accounting and analysis of electricity losses;



Figure 3.1.4–Mounted appliance AMR accounting system

2 On energy-efficient lighting Replacement (Figure 3.1.5). To improve energy efficiency in the lighting system has been adopted to replace incandescent light bulbs with compact fluorescent bulbs, which have a long life in 8–10 times more LF and 5 times more light efficiency. Only in the year 2016 was replaced by over 1500 fixtures.



Figure 3.1.5–Installation of energy-efficient light fixtures in the room. No. 204.MB

3 Introduction of frequency control of pumps and fans. After the energy survey, there was a large overconsumption of electric motors of the pumping units in TPU. The pumps worked uninterrupted in a certain mode, even at night, when the water consumption is much lower. In recent years, more than 20 pieces of equipment with frequency control of pumps have been installed to conserve power in dormitories and educational buildings.

The use of frequency control allows for the following:

- A smooth start and stop of the motors, which excludes significant dynamic loads for the actuators and hydraulic shocks in the pipelines, as well as large thrown currents in the electric networks;
- Reduce electricity consumption (up to 60%) and an increase in the capacity factor;
- Reduce the cost of operation and maintenance due to lower equipment wear and use of built-in diagnostic tools.

3.1.3 Domestic electricity consumers and their energy intensity

Tomsk Polytechnic University is an educational institution, a major consumer of energy resources. Electric and thermal power are the main energy consuming. TPU is a set of internal objects of consumption that are grouped into separate components: training buildings, student dormitories, subabonenty and other consumers.

Total energy consumption by the University in 2016 g. is 14086087 kWh/year, including: educational buildings-5854385 kWh/year (41.56%), hostels-4195437 kWh/year (29.78%), subabonentam and other consumers-4036265 kWh/year (28.65%).

The main consumers of electric energy are academic buildings and student residences, the total constituents 71.34%. When you add "subabonentov" and other consumers located in the buildings and dormitories, and unrelated to the educational process and scientific research units, the distribution of power between the three groups is aligned. Figure 3.1.8.

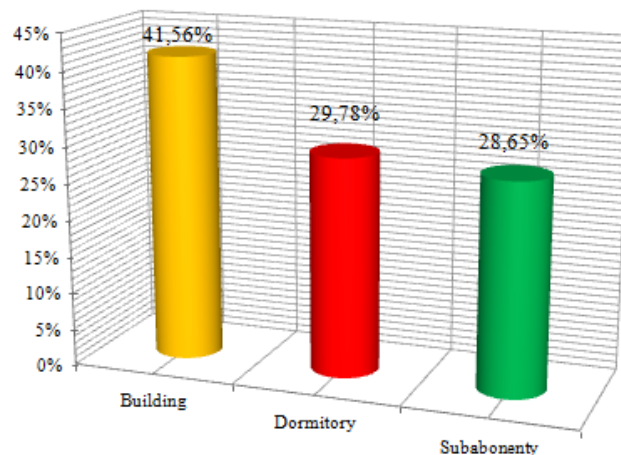


Figure 3.1.8–Annual volume consumed electricity energy 2016 year student dormitories, packaging, subabonentam and other things.

3.1.4. Electricity consumption in TPU

Electricity consumption in TPU in the period 2012÷2016 respectively represented by the graph in Figure 3.1.9.

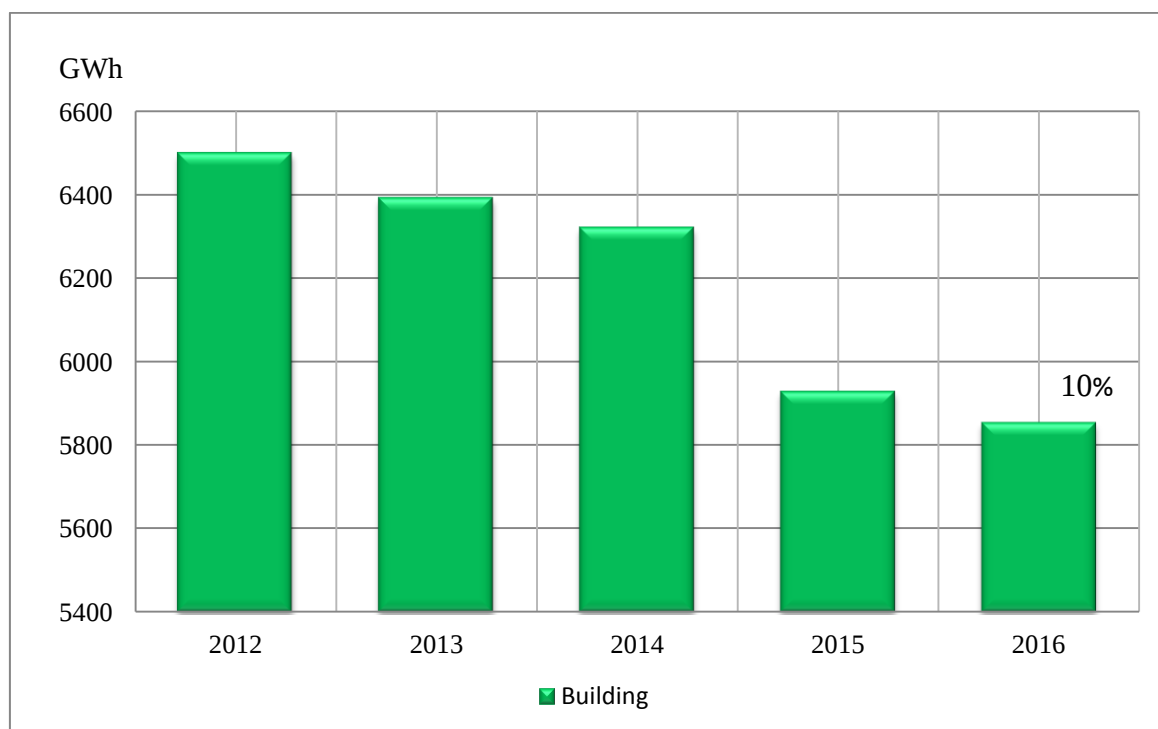


Figure 3.1.9-energy consumption in the buildings in 2012 ÷ 2016.

This chart shows that the power consumption for each code is decreasing and in 2016 it was at least as compared to previous years. The power difference between 2012 ÷ 2016 is 645,485 GWh or about 10%.

The reduction in the consumption of electrical power in the TPU was achieved through the implementation of energy conservation and efficiency programmes. In the TPU Corps, the replacement of LT at CFT is performed as the classroom is repaired. You also entered a partitioning on the lighting boards, and disconnects the lighting load of audiences that are not currently scheduled.

Comparative data for individual shells in 2012 ÷ 2016 are shown in the figure (Figure 3.1.10) The most energy are the Training Corps-General Ledger, No. 2, No. 8, No. 10, No. 19. These shells provide the maximum percentage of the TPU. The minimum consumption is fixed in the Training Corps No. 6, No. 7, No. 12, No. 15.

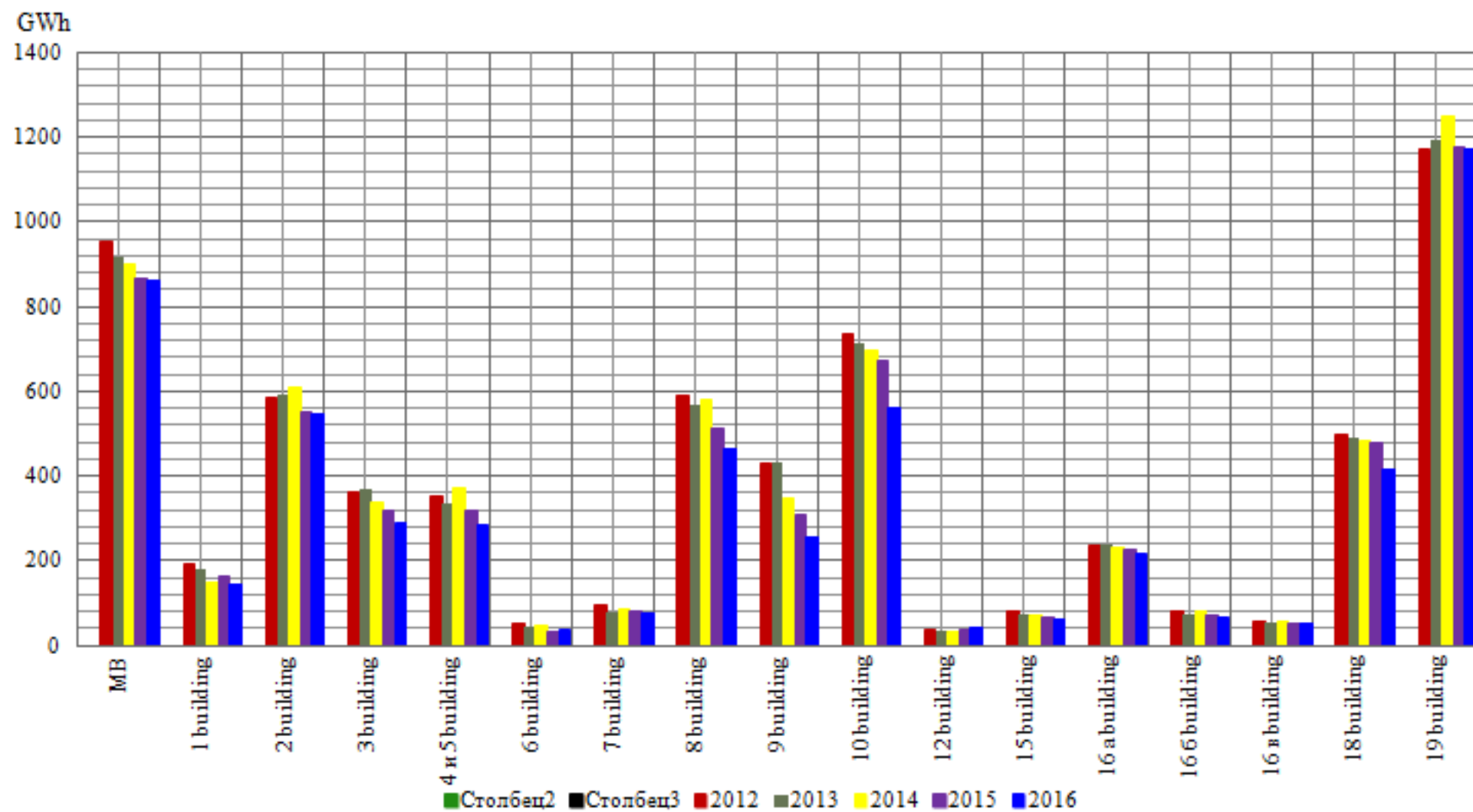


Figure 3.1.10-Power consumption in buildings for the 2012 ÷ 2016g. (GW·h)

Table 3.1.3-Electrical power consumption by month for the year 2016 (kwh)

Chassis number	January	February	March	April	may	June	July	August	September	October	November	December	total
MB	79730	75465	81935	66565	67052	67150	63796	76701	76701	70141	114461	76701	916398
№4 and №5	29135	29575	27700	25004	22984	22100	20659	14044	14044	27075	35609	14044	281973
№12	3750	3870	3720	3435	3495	3525	3349	4421	4421	3615	3750	4421	45773
№1	13780	14145	13370	13225	12420	14020	13320	6406	6406	14325	15840	6406	143663
№2	62310	60950	53890	48400	46290	33180	31521	34689	34689	61755	81091	34689	583454
№3	32270	32310	32290	27610	21870	18060	17157	13113	13113	32050	37560	13113	290516
№19	111400	112402	118520	108080	116940	113860	109767	120973	120973	117540	122340	120973	1393768
№9	28571	32894	33575	21202	18849	26821	23582	1086	1086	28437	33981	1086	251171
№6	3200	3040	2920	2960	2680	2790	2651	2898	2898	3040	4000	2898	35975
№7	26080	26075	2600	2570	7640	5920	5624	3896	3896	7040	8600	3896	75192
№8	46800	48960	48480	43320	41040	36760	34922	18680	18680	47360	58280	18680	461962
№16	18800	20960	19280	19160	20360	18960	18012	13188	13188	19200	20720	13188	215016
№16 6	5640	7000	7600	7080	7200	6000	5700	2140	2140	6200	8120	2140	66960
№16	5480	5000	4520	4120	4480	4400	4180	2380	2380	5160	6760	2380	51240
№10	14100	44520	60120	59700	54660	46260	43947	26568	26568	98871	60180	26568	562062
№11	7680	6240	7920	6900	6480	1500	1425	8175	8175	7920	7320	8175	77910
№15	6120	6180	5400	4620	4620	3720	3534	4566	4566	6120	7620	4566	61632
№18	39840	40920	38640	34680	40200	34440	32718	20802	20802	33960	58440	20802	416244

Table 3.1.3 – Shows the power consumption of individual shells by month 2016. The maximum consumption is fixed by individual chassis in one of the three months of the year-December, February, January. The minimum consumption varies in almost all buildings in August.

3.1.5. Electricity consumption in TPU dormitories

The chart (Figure 3.1.11) shows the energy consumption of the student dormitories in 2012 ÷ 2016, where there is a decline in the amount of electricity consumed. The power difference between 2012 ÷ 2016 is 1698 GWh or about 29%.

The following energy-saving measures have been introduced to reduce the use of electric power in dormitories:

- replacement of filament lamps to energy efficiency;
- Replacement of electrical wiring
- Replacement of wooden window blocks with plastic;

As a result of the work on the thermalization and installation of the hinged equipment, students were no longer required to use additional heating elements, which also led to lower electricity consumption.

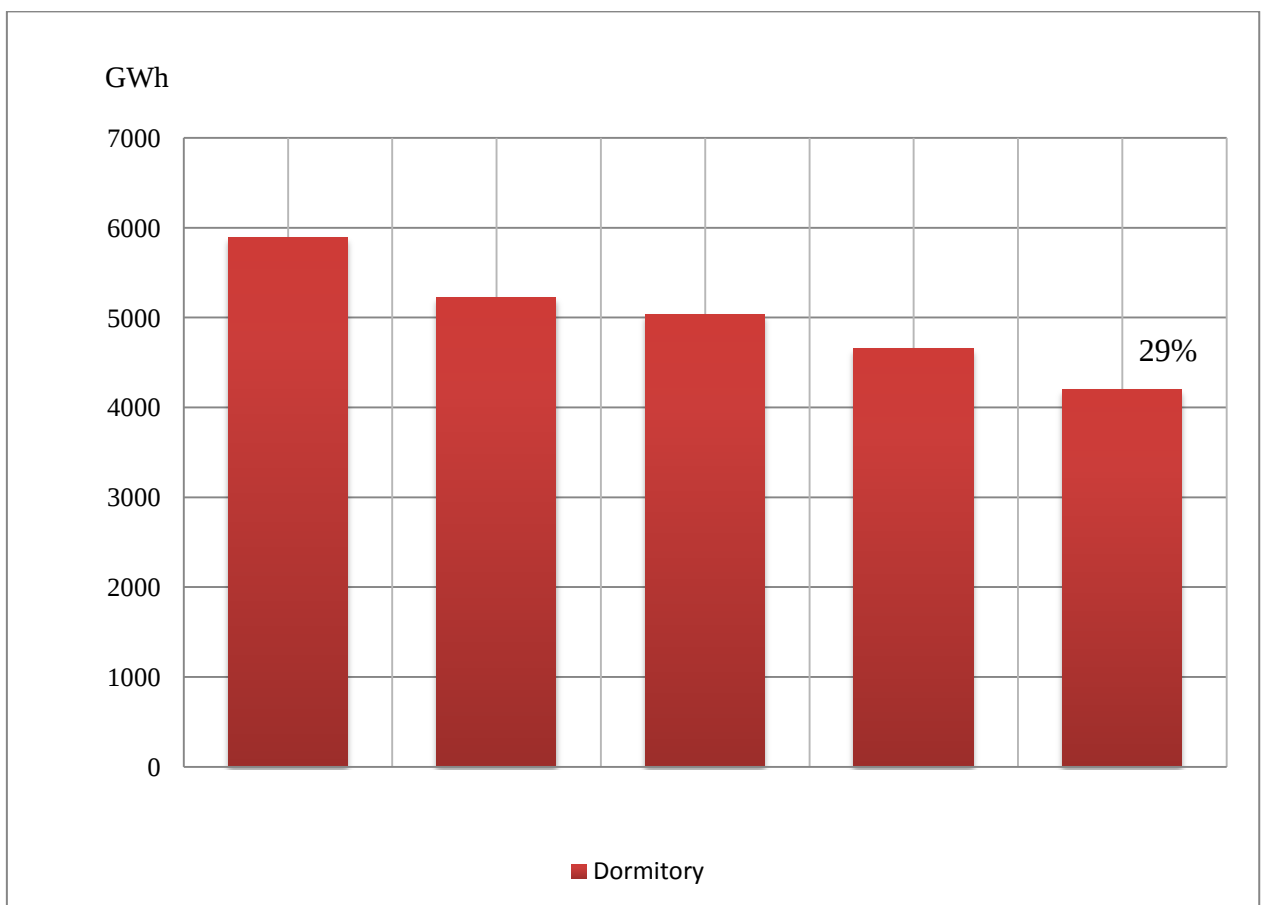


Figure 3.1.11 – Energy consumption in dormitories for 2012 ÷ 2016.

Comparative data for the individual dormitories in 2012 ÷ 2016 are shown in the figure (Figure 3.1.12), and a significant decrease in electricity consumption is recorded in all TPU dormitories. An analysis of the electrical consumption showed that the dormitories consumed different amounts of electricity because they were different in size. The maximum energy consumption among the dormitories is the dormitory on the street Vershinina 46, 48, 39-A and the moustache 21/2, as these dormitories are larger than the rest. Minimum electric power in dormitories-on rue Pirogov 18-A, Vershinina 3 and Usova 13-A. For all dormitories, the months of the minimum power consumption are July and August, as students leave for holidays.

The use of dormitory power for the month of the year is presented in table 3.1.4. The maximum use of dormitories is recorded in one of three months of the year-December, February, January. Minimum consumption recorded in July and August

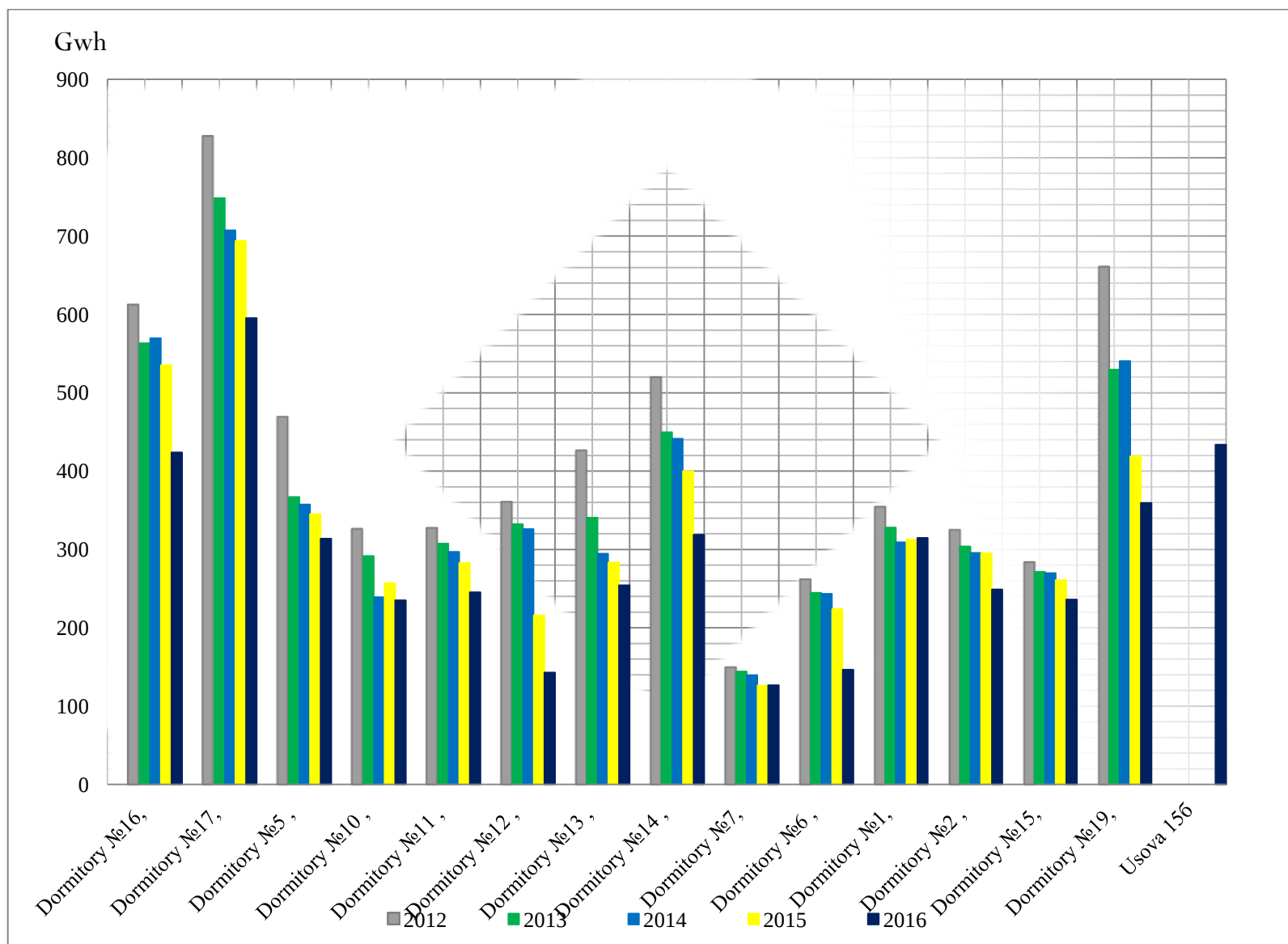


Figure 3.1.12 – Energy consumption in dormitories for 2012 ÷ 2016

Table 3.1.4 – Electricity consumption hostels by month for the year 2016 (kWh)

Name	January	February	March	April	may	June	July	August	September	October	November	December	total
Dormitory №16	43940	35550	39240	38630	39160	32830	31189	7328	37334	37760	43660	37334	423955
Dormitory №17	63000	48980	54560	50550	49980	47450	45078	14153	53790	53250	60900	53790	595480
Dormitory №5	28890	29220	33120	30600	30240	25680	24396	5004	25290	25829	30180	25290	313739
Dormitory №10	21760	20320	22920	21880	21080	19640	18658	4222	20760	20840	22400	20760	235240
Dormitory №11	20600	20920	22800	21440	20560	19920	18924	9436	22560	22560	23080	22560	245360
Dormitory №12	6562	6625	6580	6525	6380	11580	10997	12023	20440	20080	34280	20440	162512
Dormitory №13	20040	21640	24680	22760	23320	21160	20102	5338	23640	23560	24280	23640	254160
Dormitory №14	31250	13700	45400	36600	29800	29800	28310	1990	21350	27450	31650	21350	318650
Dormitory №7	13980	12700	12260	11120	10580	10980	9861	2079	8940	11700	13700	8940	126840
Dormitory №6	27280	22920	23320	18560	18800	10980	15817	3214	0	240	5160	0	146291
Dormitory №1	42160	38000	34480	27800	21880	10980	18278	11402	23440	26840	36120	23440	314820
Dormitory №15	20691	19948	20456	20110	20488	10980	36453	9555	29668	8241	10829	29668	237085
Dormitory №19	46921	38976	39691	33825	35825	10980	28344	12280	24072	27522	36898	24072	359406

Conclusion

Educational institutions have a significant potential to save energy and the genuine opportunities to budgetary savings. In this regard, it is important to improve mechanisms for the formation of a complex of energy-saving activities in educational institutions. Such an approach will not only stimulate energy efficiency measures, but also rational use of financial resources.