

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт энергетики и электротехники

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Режимы работы электрических источников питания, подстанций, сетей и
систем
(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему «Анализ качества электрической энергии в учебных корпусах ТГУ»

Студент(ка)

А.С. Ключков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

С.В. Шаповалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Консультанты

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы д.т.н., профессор В.В. Вахнина

«___» _____ 2016 г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор В.В. Вахнина

«___» _____ 2016 г.

Тольятти 2016

Содержание

Введение	3
1 Общая характеристика энергохозяйства объекта.....	7
1.1 Общие сведения о корпусах.....	7
1.2 Энергетическая характеристика учреждения.....	15
1.2.1 Система электроснабжения.....	15
1.2.2 Система теплоснабжения.....	22
1.2.3 Система водоснабжения и водоотведения.....	43
2 Инструментальное обследование.....	67
2.1 Общие сведения о корпусах Э и АС ТГУ.....	67
2.2 Анализ структуры финансовых затрат на энергоносители.....	69
2.3 Анализ системы электроснабжения корпусов Э и АС ТГУ	71
2.4 Анализ системы учета электроэнергии корпусов Э и АС ТГУ.....	75
2.5 Установленная мощность электроприемников.....	76
2.6 Анализ электропотребления.....	78
2.7 Анализ системы внутреннего освещения.....	80
2.8 Инструментальные обследования системы электроснабжения корпусов Э и АС.....	83
2.9 Организация мониторинга энергопотребления.....	92
3 Предложения по энергосбережению.....	93
3.1 Система электроснабжения.....	93
3.1.1 Реконструкция системы внутреннего освещения корпусов.....	93
3.2 Организация системы учета электроэнергии корпусов Э и АС.....	94
Заключение.....	96
Список использованных источников.....	97

Введение

Приемники электроэнергии (ПЭ) и аппараты, присоединенные к электрическим сетям, предназначены для работы при определенных номинальных параметрах: номинальной частоте переменного тока, номинальном напряжении, номинальном токе и т. п. Долгое время основными режимными параметрами, определяющими качество электрической энергии, считались значение частоты в электрической системе и уровни напряжения в узлах сети.

Однако по мере внедрения в технологические производственные процессы электропотребителей, обладающих нелинейными вольтамперными характеристиками, все чаще приходилось учитывать возможные нарушения симметрии, синусоидальности формы кривой напряжения в трехфазных сетях.

На показатели качества электрической энергии заметное влияние оказывают параметры сетей. Например, напряжение на зажимах ПЭ будет зависеть от протяженности и характера сети, находящейся между источником питания (ИП) и данными ПЭ. Поэтому показатели, связанные с напряжением, являются местными (локальными), имеющими различные значения в точках сети. Частота сети является общесистемным (глобальным) параметром качества электрической энергии [22-23].

В требованиях к качеству электрической энергии, (ГОСТ 13109-99), указываются технически допустимые пределы отклонений значений от номинальных параметров. Первый у нас в стране государственный стандарт на качество электроэнергии был введен в 1967 г. (ГОСТ 13109 - 67). Он был скорректирован в 1979 и в 1987 гг., а в настоящее время действует новый ГОСТ 13109-99.

Состав работ по энергетическому обследованию включал в себя:

- ознакомление с общими сведениями об объекте;
- определение характеристик систем;
- электро-, тепло-, и водоснабжения;

- анализ эффективности использования воды, тепловой и электрической энергии;
- разработку мероприятий и рекомендаций по снижению суммарных расходов тепла, электроэнергии и воды.

Результатом обследования являются отчет о проведении энергетического обследования.

Проведение энергетического обследования и разработка энергетического отчета проводится с целью решения следующих основных задач энергопотребления:

- оценки фактического состояния энергоиспользования, выявления неэффективного использования топлива и энергии, финансовых результатов на их оплату и разработки мероприятий по устранению сверхнормативных потерь;
- установления рациональных удельных величин энергопотребления по результатам анализа сверхнормативных потерь и возможности их сокращения;
- получение исходной информации для оптимизации договорных отношений с энергоснабжающими организациями (особенно в условиях отсутствия приборного учета потребления энергоресурсов).

Работа по составлению энергетического паспорта для данного учреждения производится впервые. Базовый год - 2011 г.

Энергетическое обследование корпусов Э и АС ТГУ составлено в соответствии с Федеральным законом «Об энергосбережении» от 03.04.1996, № 28-3, Постановлением правительства РФ от 02.10.1995, № 1087 «О необходимых мерах по энергосбережению» и «Методикой проведения энергетических обследований (энергоаудита) бюджетных учреждений» (РД. 34.01-03).

Программа устанавливает порядок и состав работ при проведении энергоаудита (ЭА) учебных заведений.

Обязательное энергетическое обследование включает в себя следующие этапы.

1. Сбор общей документальной информации:

- по годовому за базовый и предшествующие периоды потреблению и распределению энергоресурсов;
- по используемому оборудованию его технологическим характеристикам, продолжительности и режимах эксплуатации, техническом состоянии;
- схемы электроснабжения, систем теплоснабжения, водоснабжения;
- ознакомление с имеющейся проектной документацией и проектными показателями эффективности, существующей системой учета энергоресурсов;
- анализ фактического и физического износа здания, существующих договоров и тарифов на снабжение энергоресурсами;
- наличие систем коммерческого и внутреннего учета расхода энергоресурсов.

2. Определение с состояния систем снабжения энергоресурсами в том числе:

- электроснабжения;
- теплоснабжения;
- водоснабжения и канализации;
- газоснабжения.

3. Проведение приборных обследований:

- тепловизионное обследование основных ограждающих конструкций;
- измерение параметров окружающей среды, внутри и с наружи помещений.

4. Проведение расчетов:

- тепловых потерь здания через оконные конструкции;
 - потерь тепловой энергии от радиаторов отопления через ограждающие конструкции.
5. Определение потенциала экономии энергии и экономических преимуществ от внедрения различных предлагаемых мероприятий с технико-экономическим обоснованием окупаемости предполагаемых инвестиций по их внедрению.

Для разработки энергетического паспорта в процессе обследования необходимо собрать, проанализировать и оценить следующую информацию:

- фактическое потребление энергоресурсов (по всем видам) за базовый год и финансовые затраты на их оплату (за базовый период принят 2005 год);
- установленные мощности всех электроприемников, характеристики и режимы работы основного энергопотребляющего оборудования;
- нормативно-расчетное потребление энергоресурсов (энергетические балансы).

Для анализа основных технологических параметров, влияющих на потребление энергоресурсов, в ходе обследований использовались данные измерений, полученные установленными на объекте стационарными приборами [25-26].

1 Общая характеристика энергохозяйства объекта

1.1 Общие сведения о корпусах

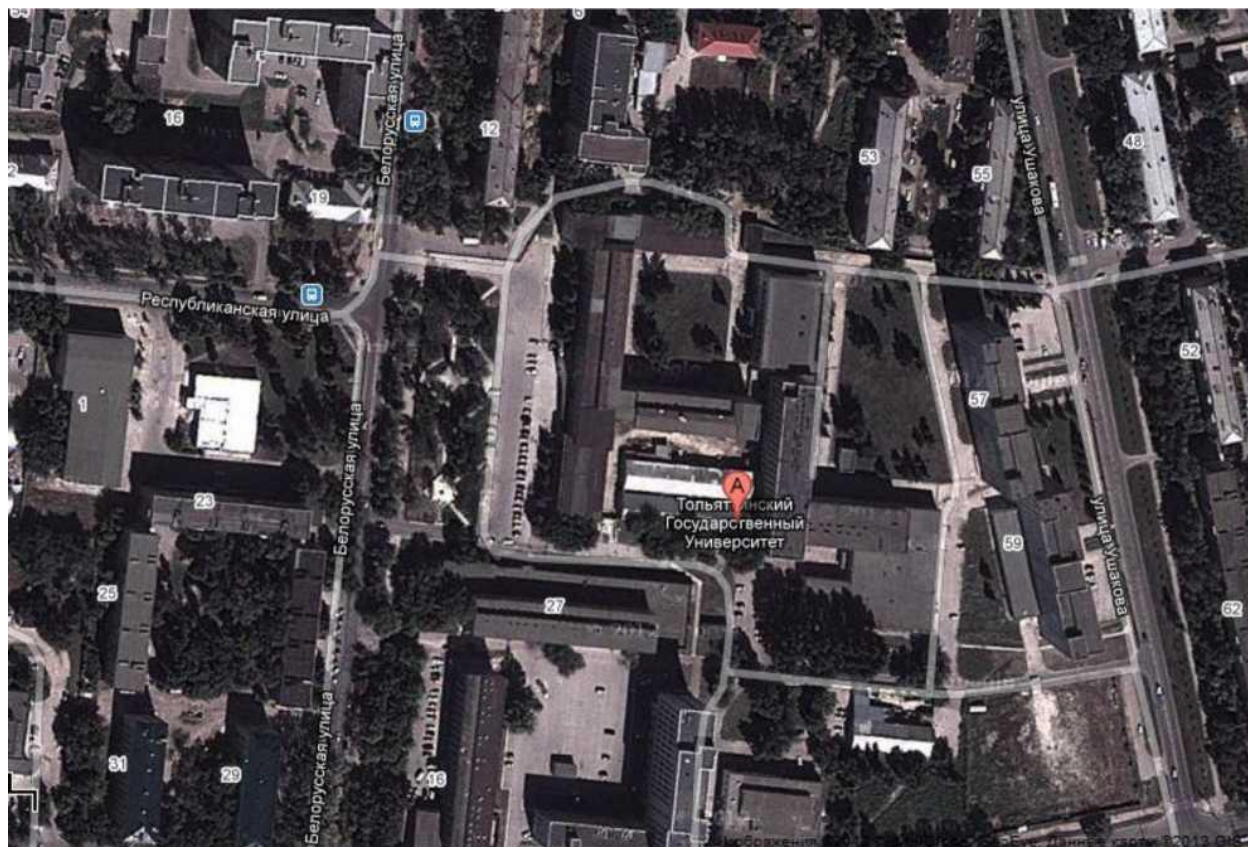


Рисунок 1 - Схема расположения основных корпусов ТГУ

В организации работает 1522 человека, и посещает учреждение 11172 студента.

Здание учреждения питается от внешних сетей электроснабжения по стороне 0,4 кВ, водоснабжение - от городского водоканала, отопление и горячее водоснабжение - от центральной системы отопления.

В 2011 году объем потребления энергоресурсов составил:

- холодное водоснабжение - 106,25 тыс. м;
- горячее водоснабжение - 18,75 тыс.м;
- тепло - 19983,182 Гкал;
- электроэнергия - 4211,451 МВт ч;

Итого, потребление энергии составляет - 4554,705 т.у.т.; на сумму - 43061,241 тыс. руб. (рисунок 3).

Большая часть средств (43 %) расходуется на отопление и (41%) на электроэнергию.



Рисунок 2 - Здание ТГУ

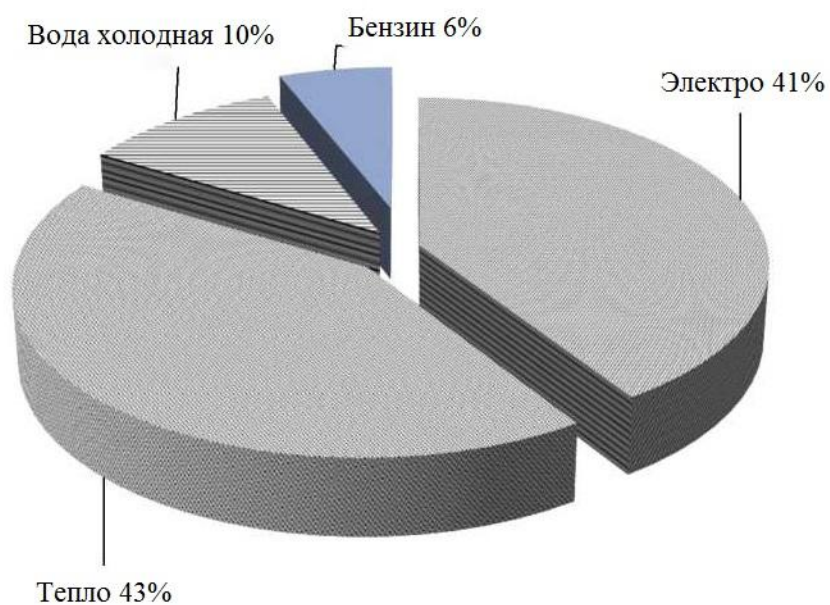


Рисунок 3 - Распределение денежных средств на покупку ТЭР в 2011 году

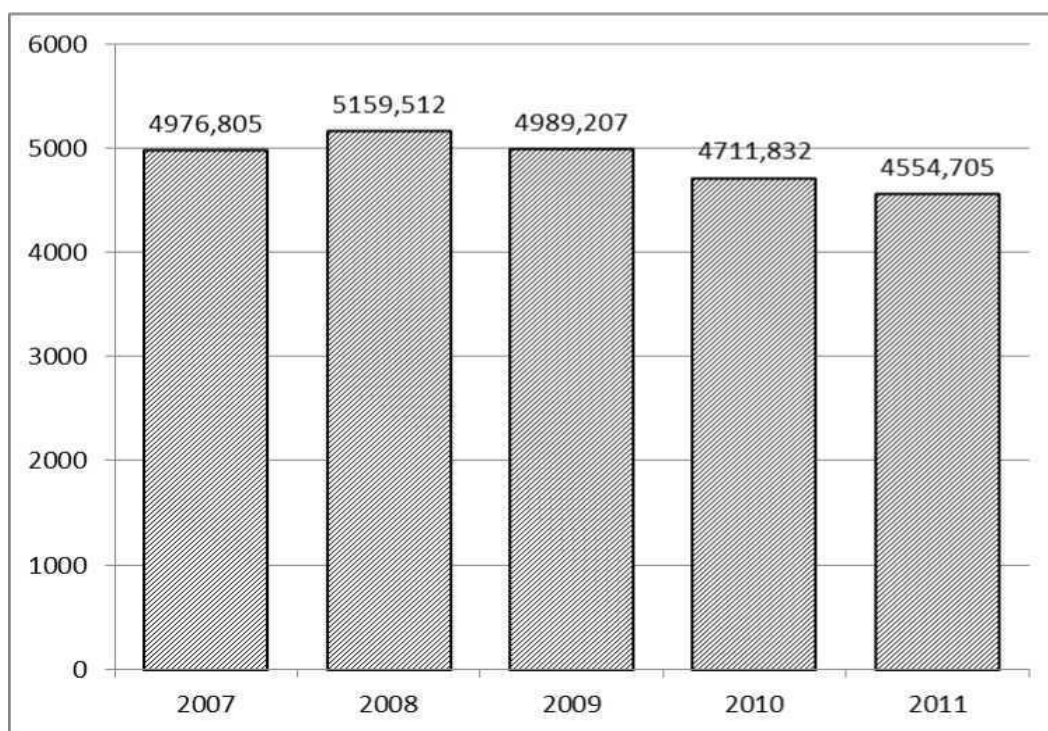


Рисунок 4 - Динамика расхода энергоресурсов за последние 5 лет

Динамика потребления ТЭР представлена на диаграмме рисунке 4. Как видно из графика, потребление энергоресурсов идет стабильно на одном уровне с небольшим снижением

Параметры здания (объем и площадь помещений, высота потолков), его общее состояние и износ были определены по паспорту БТИ и внешнему осмотру (таблица 1).

Таблица 1- Параметры здания

Наименование корпуса	Год постройки	Износ, %	Площадь, м ²	Объем, м ³
Помещение, Самарская область, г.Тольятти, ул.Фрунзе, д.2Б (автостоянка №101)	2008	2	20,4	55,08
Учебно-производственные мастерские, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14В	1970	70	1537,5	9262
Здание (лит.А) - главный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14	1966	28	12142,3	54797
Здание (лит.А7) - спортивный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14А	1984	50	2113,1	14350
Лабораторный корпус НИС, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14-Б	1996	28	5909,6	25300

Продолжение таблицы 1

Наименование корпуса	Год постройки	Износ , %	Площадь, м ²	Объем, м ³
Склад, Самарская область, г.Тольятти, Комсомольский р-н, ул.Бурлацкая, д.66, строение 12 (не используется)	1968	69	51,3	138,51
Сторожка, Самарская область, г.Тольятти, Комсомольский р-н, ул.Бурлацкая, д.66, строение 7 (не используется)	1978	38	40,1	108,27
Здание лаборатории автомобильного факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р- н, ул.Белорусская, д.14Г	1973	30	6834	31876
Здание лаборатории источников сейсмических сигналов источников сейсмических сигналов, Самарская область, г. Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д. 14Е	1986	12	488,2	2921
Лабораторный корпус, Самарская область, г. Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д. 16-Б	1966	25	6138,8	27558
Учебно-лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16-В	2007	5	13480,6	54160

Продолжение таблицы 1

Наименование корпуса	Год постройки	Износ , %	Площадь, м ²	Объем, м ³
Здание (лит.А) - УЛК корпус электротехнического факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Ушакова, д.57	1986	20	9900,6	42284
Здание (лит.А) - учебно- лабораторный корпус строительного факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Ушакова, д.59	1987	30	9711,7	43664

Таблица 2 - Параметры зданий ТГУ

Наименование корпуса	Год постройки	Износ, %	Площадь, 2 м	Объем, 3 м
Информационно- административный центр, Са- марская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская,	1974	51	1679,2	6929
Комплекс военной кафедры учебного корпуса, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р- н, ул.Мира, д.15	1989	15	5595,5	23413
Нежилое здание, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.7 (не используется)	1956	42	856,8	2841

Продолжение таблицы 2

Наименование корпуса	Год постройки	Износ, %	Площадь, 2 м	Объем, 3 м
Гараж - учебная лаборатория, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.13	1989	15	806,8	4244
Малый артиллерийский полигон, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.17	1996	10	708,2	3630
Базовая школа пединститута (клубно - спортивный блок, бассейн, столовая)	1996	10	16037,9	67311
Учебно-лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13	1991	20	4373,2	43847
Здание столовой на 530 мест (лит.А4), Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16А	1972	12	2980,3	12994
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г. Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.29	1973	24	4052,9	14219

Продолжение таблицы 2

Наименование корпуса	Год постройки	Износ, %	Площадь, 2 м	Объем, 3 м
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г. Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская,д.31	1969	24	3946,3	12061
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Д	1984	23	559,3	2931
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-В	1960	41	115,3	587
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Б	1978	36	240,5	906
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15Е	1960	41	85,2	205
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13, строение 1	1990	22	435,6	1944
Склад, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Г	1982	22	531,4	3195

Продолжение таблицы 2

Наименование корпуса	Год постройки	Износ, %	Площадь, 2 м	Объем, 3 м
Столовая, Самарская область, г.Тольятти, Комсомольский р-н, ул.Бурлацкая, д.66, строение 13 (не используется)	1970	69	197,5	533,25
Учебный корпус, г. Сызрань, ул. Советская, д.26	1907	68	733,2	2566,2

1.2 Энергетическая характеристика учреждения

1.2.1 Система электроснабжения

Здание учреждения осуществляет питание электрической энергии от линий 0,4кВ. Поставку электроэнергии осуществляет ОАО «Самараэнерго», согласно договорам на энергоснабжение. Средняя годовая заявленная мощность - 1,13 МВт. Разрешенная мощность - 1,13МВт (определено по договорам).

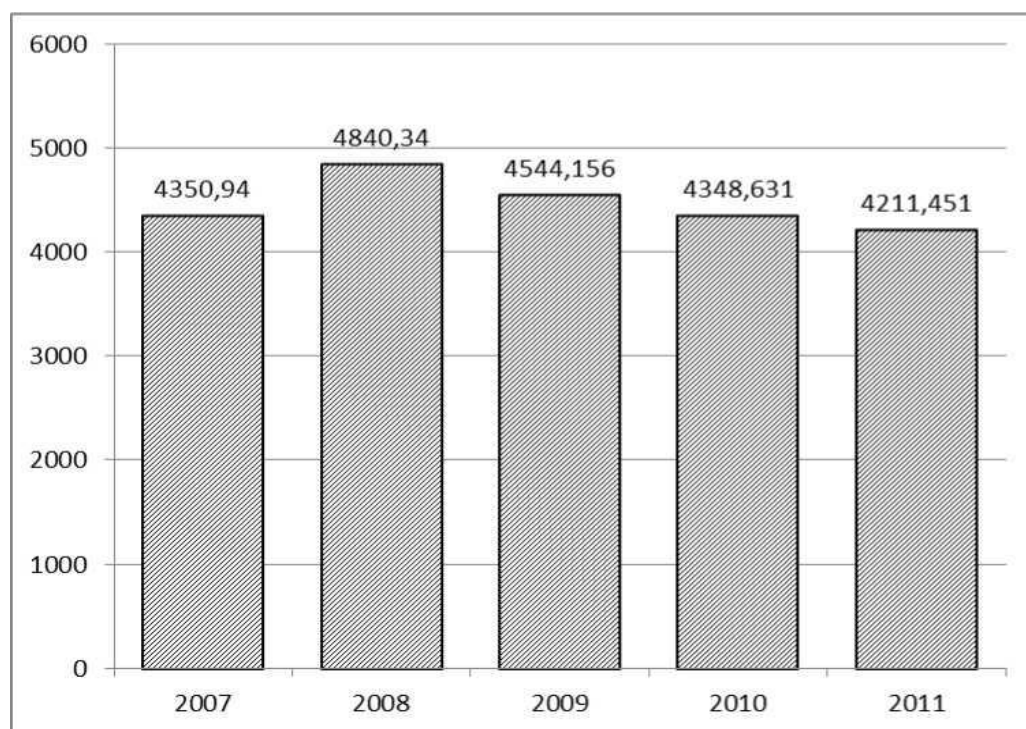


Рисунок 6 - Динамика электропотребления за последние 5 лет, кВт*ч

Учет потребленной энергии ведется по счетчикам (таблица 2) - сроки поверки и класс точности соответствует требованиям, предъявляемым правилами учета электроэнергии. Один ввод счетчиком не оборудован (здание представительства в г. Сызрань) [15].

Таблица 2 - Счетчики электроэнергии

Марка	Количество	Класс точности
	15	1
ЦЭ-6822	18	1
	4	2
отсутствует	1	-

Рекомендуется заменить устаревшие индукционные счетчики на современные электронные с классом точности 1 или выше и оборудовать ввод в здании представительства в г. Сызрань.

Динамика потребления электроэнергии за последние 5 лет представлена на графике (рисунок 5).

Повышенный расход электроэнергии в 2008 и 2009 годах вызван ремонтными работами, проводимыми в части корпусов. Снижение расхода электроэнергии в 2010 и 2011 гг. связано с окончанием ремонтных работ и изменением режимов работы системы освещения.

Сведения об электропотребляющем оборудовании

Основные затраты электроэнергии уходят на систему освещения (таблица 3), кондиционирования и офисной техники. В общежитиях и столовых установлены электроплиты [20-21].

Таблица 3 - Система освещения корпусов

Наименование комплекса	ЛН, шт.	Энергосбе- регающие лампы, шт.	Мощ- ность, кВт	Расход ЭЭ за 2011г. кВт*ч
Наружное освещение		213	68,85	206550

Продолжение таблицы 3

Наименование комплекса	ЛН, шт.	Энергосбе- регающие лампы, шт.	Мощ- ность, кВт	Расход ЭЭ за 2011г. кВт*ч
Наружное освещение		213	68,85	206550
Помещение, Самарская область, г.Тольятти, ул.Фрунзе, д.2Б (автостоянка №101)		2	0,16	98
Учебно-производственные мастерские, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р- н, ул.Белорусская, д.14В	15	84	8,22	5055
Здание (лит.А) - главный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14	80	1927	121,252	74570
Здание (лит.А7) - спортивный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р- н, ул.Белорусская, д.14А	25	118	8,964	5513
Лабораторный корпус НИС, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14-Б	30	1896	142,848	87852
Склад, Самарская область, г.Тольятти, Комсомольский р-н, ул.Бурлацкая, д.66, строение 12 (не используется)	0	0	0	0

Продолжение таблицы 3

Сторожка, Самарская область, г.Тольятти, Комсомольский р-н, ул.Бурлацкая, д.66, строение 7 (не используется)	4	8	1,04	640
Здание лаборатории автомобильного факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14Г	0	1858	129,184	79448
Здание лаборатории источников сейсмических сигналов источников сейсмических сигналов, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14Е	10	48	3,784	2327
Лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16-Б	20	1120	91,16	56063
Учебно-лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16-В	52	1988	55,864	34356
Здание (лит.А) - учебно-лабораторный корпус электротехнического факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Ушакова, д.57	80	2946	224,34	137969

Продолжение таблицы 3

Наименование комплекса	ЛН, шт.	Энергосбе- регающие лампы, шт.	Мощ- ность, кВт	Расход ЭЭ за 2011г. кВт*ч
Здание (лит.А) - учебно-лабораторный корпус строительного факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Ушакова, д.59	200	2660	230,82	141954
Информационно-административный центр, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.11 (не используется)	30	60	7,8	4797
Комплекс военной кафедры учебного корпуса, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15	62	1620	135,8	83517
Нежилое здание, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.7 (не используется)	10	40	4,2	2583
Учебно-лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13	121	1476	82,764	50900
Гараж - учебная лаборатория, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.13	0	84	2,752	1692

Продолжение таблицы 3

Наименование комплекса	ЛН, шт.	Энергосбе- регающие лампы, шт.	Мощ- ность, кВт	Расход ЭЭ за 2011г. кВт*ч
Малый артиллерийский полигон, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.17	20	70	7,6	4674
Базовая школа пединститута (клубно- спортивный блок, бассейн, столовая)	230	3978	288,844	177639
Здание столовой на 530 мест (лит.А4), Самарская область, г.Тольятти, Центральный р- н, ул.Белорусская, д.16А	95	360	37,068	22797
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.29	30	800	67	41205
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.31	45	940	79,7	49016
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Д	0	60	4,8	2952
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-В	0	20	1,6	984
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Б	0	40	3,2	1968
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15Е	0	16	1,28	787

Продолжение таблицы 3

Наименование комплекса	ЛН, шт.	Энергосбе- регающие лампы, шт.	Мощ- ность, кВт	Расход ЭЭ за 2011г. кВт*ч
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13, строение 1	0	40	3,2	1968
Склад, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Г	0	0	0	0
Столовая, Самарская область, г.Тольятти, Комсомольский р-н, ул.Бурлацкая, д.66, строение 13 (НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ)	0	0	0	0
Учебный корпус, г.Сызрань, ул. Советская, д.26	6	108	9,024	5550
ИТОГО	1165	24580	1823,12	128542 4

Общая мощность системы освещения составляет 1,823 МВт, которая распределяется между лампами накаливания - 1165 шт. и люминесцентными - 24580 шт. В свете разработки программы по энергосбережению идет поэтапная замена ламп накаливания на энергосберегающие компактнолюминесцентные и люминесцентные лампы и оборудование светильников с люминесцентными лампами электронной пуско-регулирующей арматурой.

В общем плане состояние системы электроснабжения здания находится в удовлетворительном состоянии. Состояние контактов находится в удовлетворительном состоянии. Для увеличения энергоэффективности использования электроэнергии и надежности работы системы в целом,

рекомендуется:

- продолжить планомерную замену ламп накаливания энергосберегающими;
- вовремя выключать свет, когда утром становится достаточно светло;
- полностью выключать компьютеры и другую технику, а не переводить в спящий режим или STANDBY;
- электрические плиты заменить на индукционные.

1.2.2 Система теплоснабжения

Система теплоснабжения зданий является закрытого типа, питание производится от центральных городских системы теплоснабжения.

Система теплоснабжения в зданиях - закрытая, температура воды в подающем трубопроводе регулируется элеваторным подмешиванием из обратного трубопровода системы отопления зданий [9-14]. В качестве отопительных приборов используются чугунные радиаторы типа МС-140-500М, пластинчатые радиаторы конвекционного типа, подключенные по двухтрубной системе с горизонтальной разводкой, регулировочные краны и терморегуляторы отсутствуют.

Нагрев воды производится в теплообменнике, подключенном к системе отопления. Годовой расход тепловой энергии на горячее водоснабжение составляет - 19983,182 Гкал.

Учет тепловой энергии ведется по счетчикам, которыми оборудованы 12 из 16 вводов (таблица 4).

Таблица 4 - Счетчики тепловой энергии

	Количество	Класс точности
"Взлет"	1	Класс В (2%) или 2
ВКТ-7	1	ВКТ-7
СТД-961	10	ВКТ-7
Отсутствует	4	-

Рекомендуется оборудовать все ввода счетчиками тепловой энергии.

Согласно ГОСТ 30494-96 температура в зданиях должна составлять 18-

24⁰С (помещения 3 а категории). Температура в помещениях поддерживается на уровне 23⁰С (рисунок 6), что соответствует установленной ГОСТ 30494-96, при температуре на улице -17⁰С, но в отдельных помещениях температура доходит до 26⁰С, что вызывает перерасход тепловой энергии.

Нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, согласно СНиП 23-02-2003 для учебных учреждений должен быть не более 4⁰С [7].

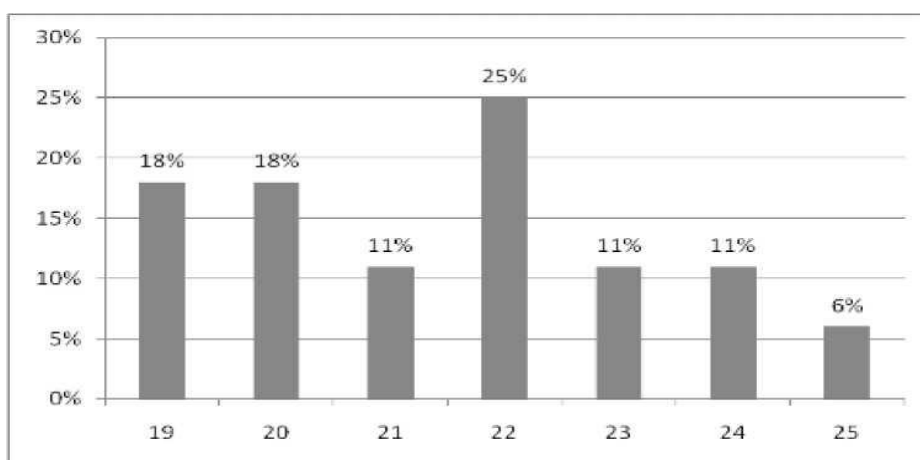


Рисунок 6 - Распределение температур внутри помещений здания

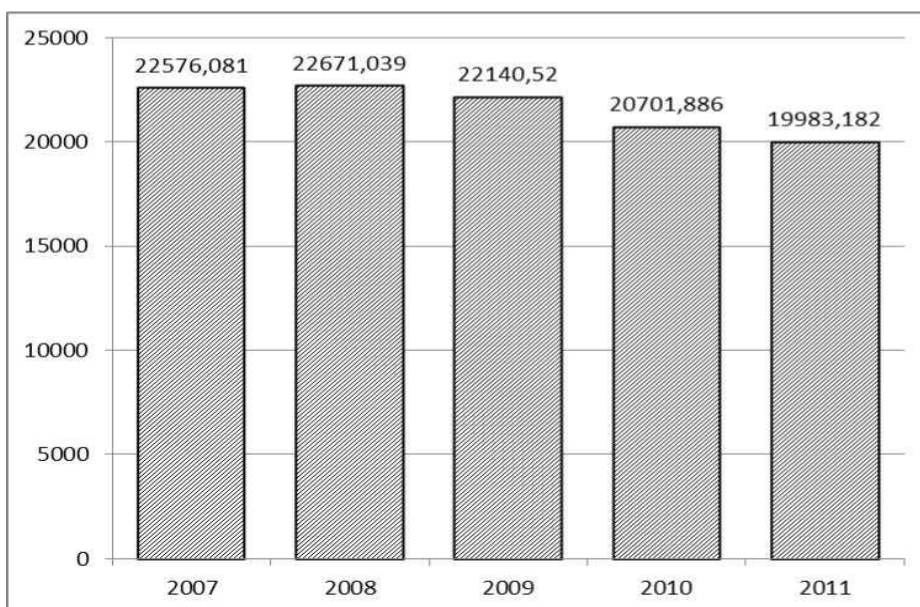


Рисунок 7 - Динамика потребления тепла за последние 5 лет, Гкал

Увеличение или снижение потребления тепла зависит от температуры воздуха в зимнее время.

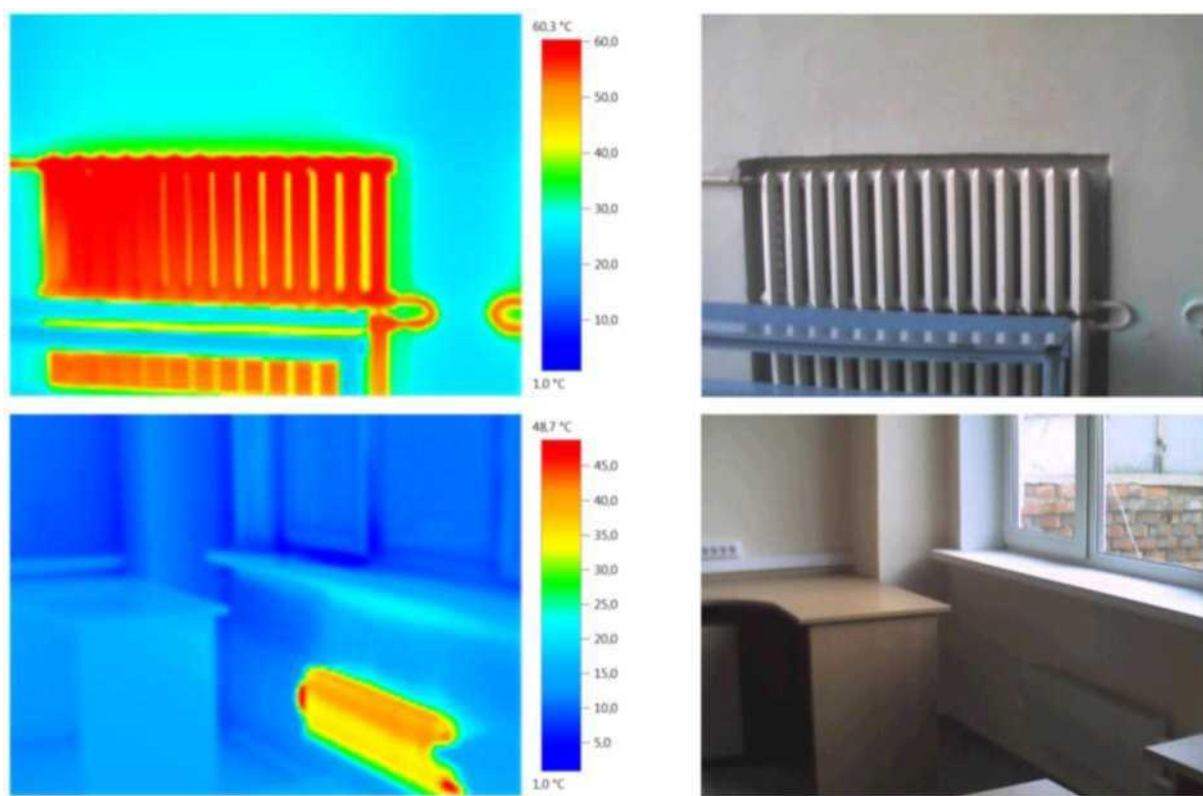


Рисунок 8 - Радиаторы отопления

Для определения мест тепловых потерь было проведено тепловизионное обследование здания. Тепловизионное обследование проводилось в натурных условиях при температуре окружающего воздуха в среднем -18°C с 10:00 до 17:00. Погодные условия удовлетворяли требованиям проведения обследования (отсутствие атмосферных осадков, тумана и задымленности, солнечных бликов и инея на ограждающих конструкциях, отражения излучения солнца от снежной поверхности и стен соседних зданий). День был пасмурный. Скорость ветра 2 м/с в продолжение контроля при атмосферном давлении 763 мм.рт.ст. Влажность наружного воздуха составляла 37%.

По результатам тепловизионного обследования ограждающих конструкций были выбраны места утечек тепла и неравномерного распределения температуры по фасаду зданий. Термограммы выбранных зон приведены в приложении 1. Для определения и привязки мест тепловых аномалий (дефектов) при

выполнении качественного анализа инфракрасная съёмка дополнена фотографиями обследованных фрагментов.

По термограммам, полученным в результате проведения тепловизионного контроля, можно сделать следующие выводы:

Результаты замеров температур ограждающих конструкций и тепловых потоков в реперных зонах при проведении инструментального обследования были использованы для определения теплового сопротивления ограждающих конструкции

$$q = a \cdot (t_{\text{mt}} - t_{\text{ht}}), \text{ Вт/м}$$

где a - коэффициент конвекционного теплообмена, Вт/м² С, который приблизительно может быть вычислен по формуле Франка для наружной стены, а для внутренней принимается 8,7 СНиП 23-02:

v - скорость ветра, м/с;

t_{int} - температура поверхности, К;

t_{ht} — температура окружающей среды, °К.

Сопротивление тепловому потоку определяется исходя из температур внутренней и наружной.

Результаты измерений и расчетов сведены в таблицу.

Таблица 4 - Тепловое сопротивление ограждающих конструкций отапливаемых зданий

Наименование зданий	$R_{\text{норм}}$	$R_{\text{изм}}$	$O_{\text{изб}}$
	$\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ <i>Вт</i>	$\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ <i>Вт</i>	Гкал
Стены			
Учебно-производственные мастерские, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14В	2,619	1,16	87,926

Продолжение таблицы 4

Наименование зданий	R _{норм}	R _{изм}	O _{изб}
	$m^2 \cdot ^\circ C$ <i>Bm</i>	$m^2 \cdot ^\circ C$ <i>Bm</i>	Гкал
Стены			
Здание (лит.А) - главный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14	2,619	0,34	1210,397
Здание (лит.А7) - спортивный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14А	2,619	0,34	619,54
Лабораторный корпус НИС, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14-Б	2,619	0,54	460,267
Здание лаборатории автомобильного факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14Г	2,619	0,34	765,892
Здание лаборатории источников сейсмиче- ских сигналов источников сейсмических сигналов, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14Е	2,619	0,32	280,822
Лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16-Б	2,619	0,34	698,171
Учебно-лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16-В	2,619	0,32	1491,653

Продолжение таблицы 4

Наименование зданий	R _{норм}	R _{изм}	O _{изб}
	$m^2 \text{ } ^\circ C$ <i>Вт</i>	$m^2 \text{ } ^\circ C$ <i>Вт</i>	Гкал
Стены			
Здание (лит.А) - учебно-лабораторный корпус строительного факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Ушакова, д.59	2,619	0,32	1418,973
Комплекс военной кафедры учебного корпуса, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15	2,619	0,72	273,125
Гараж - учебная лаборатория, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.13	1,865	0,34	124,668
Малый артиллерийский полигон, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.17	2,619	0,73	51,004
Базовая школа пединститута (клубно-спортивный блок, бассейн, столовая)	2,619	0,32	978,499
Учебно-лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13	2,619	0,72	449,792
Здание столовой на 530 мест (лит.А4), Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16А	2,619	0,34	331,833

Продолжение таблицы 4

Наименование зданий	R _{норм}	R _{изм}	O _{изб}
	$m^2 \cdot ^\circ C$ <i>Bm</i>	$m^2 \cdot ^\circ C$ <i>Bm</i>	Гкал
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.29	3,198	0,34	550,011
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.31	3,198	0,34	472,359
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Д	1,865	0,34	147,693
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-В	1,865	0,34	6 5,182
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Б	1,865	0,72	24,728
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15Е	1,865	1,85	0,072
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д. 13, строение 1	1,865	0,34	136,126
Склад, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Г	1,865	0,34	116,602
Учебный корпус, г.Сызрань, ул. Советская, д.26	2,619	0,48	65,425

Продолжение таблицы 4

Наименование зданий	R _{норм}	R _{изм}	O _{изб}
	$m^2 \text{ } ^\circ C$ <i>Bm</i>	$m^2 \text{ } ^\circ C$ <i>Bm</i>	Гкал
Окна			
Учебно-производственные мастерские, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14В	0,436	0,33	67,989
Здание (лит.А) - главный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14	0,436	0,24	445,702
Здание (лит.А7) - спортивный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14А	0,436	0,34	78,983
Лабораторный корпус НИС, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14-Б	0,436	0,33	116,018
Здание лаборатории автомобильного факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14Г	0,436	0,33	110,985
Здание лаборатории источников сейсмиче- ских сигналов источников сейсмических сигналов, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14Е	0,436	0,25	88,136
Лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16-Б	0,436	0,33	101,238

Продолжение таблицы 4

Наименование зданий	R _{норм}	R _{изм}	O _{изб}
	$m^2 \text{ } ^\circ C$ <i>Bm</i>	$m^2 \text{ } ^\circ C$ <i>Bm</i>	Гкал
Окна			
Учебно-лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16-В	0,436	0,25	466,483
Здание (лит.А) - учебно-лабораторный корпус электротехнического факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Ушакова, д.57	0,436	0,33	183,475
Здание (лит.А) - учебно-лабораторный корпус строительного факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Ушакова, д.59	0,436	0,25	443,086
Комплекс военной кафедры учебного корпуса, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15	0,436	0,24	256,085
Гараж - учебная лаборатория, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.13	0,308	0,24	24,545
Малый артиллерийский полигон, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.17	0,436	0,34	17,256
Базовая школа пединститута (клубно-спортивный блок, бассейн, столовая)	0,436	0,25	306,876

Продолжение таблицы 4

Наименование зданий	R _{норм}	R _{изм}	O _{изб}
	$m^2 \text{ } ^\circ C$ <i>Вт</i>	$m^2 \text{ } ^\circ C$ <i>Вт</i>	Гкал
Окна			
Учебно-лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13	0,436	0,34	1 45,282
Здание столовой на 530 мест (лит.А4), Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16А	0,436	0,24	123,166
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.29	0,507	0,33	112,07
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.31	0,507	0,24	199,818
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Д	0,308	0,33	0
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-В	0,308	0,24	12,7
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Б	0,308	0,34	0
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15Е	0,308	0,31	0
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13, строение 1	0,308	0,33	0

Продолжение таблицы 4

Наименование зданий	R _{норм}	R _{изм}	O _{изб}
	$m^2 \text{ } ^\circ C$ <i>Вт</i>	$m^2 \text{ } ^\circ C$ <i>Вт</i>	Гкал
Окна			
Склад, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Г	0,308	0,24	22,769
Учебный корпус, г.Сызрань, ул. Советская, д.26	0,436	0,24	15,702
Крыша			
Учебно-производственные мастерские, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14В	2,955	1,27	17,868
Здание (лит.А) - главный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14	2,955	1,29	91,516
Здание (лит.А7) - спортивный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14А	2,955	1,30	23,563
Лабораторный корпус НИС, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14-Б	2,955	1,27	45,785
Здание лаборатории автомобильного факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14Г	2,955	1,30	76,207
Здание лаборатории источников сейсмиче- ских сигналов источников сейсмических сигналов, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14Е	2,955	1,29	5,519

Продолжение таблицы 4

Наименование зданий	R _{норм}	R _{изм}	O _{изб}
	$m^2 \text{ } ^\circ C$ <i>Bm</i>	$m^2 \text{ } ^\circ C$ <i>Bm</i>	Гкал
Лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16-Б	2,955	1,29	69,402
Учебно-лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16-В	2,955	1,30	66,811
Здание (лит.А) учебно-лабораторный корпус электротехнического факультета, Самарская область, г.Тольятти, Цен- тральный р-н, ул.Ушакова, д.57	2,955	1,30	49,068
Здание (лит.А) - учебно-лабораторный корпус строительного факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Ушакова, д.59	2,955	1,29	48,798
Комплекс военной кафедры учебного корпуса, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15	2,955	1,29	50,608
Гараж - учебная лаборатория, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.13	1,865	1,29	18,25
Малый артиллерийский полигон, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.17	2,955	1,30	31,589

Продолжение таблицы 4

Наименование зданий	R _{норм}	R _{изм}	O _{изб}
	$m^2 \cdot ^\circ C$ <i>Bm</i>	$m^2 \cdot ^\circ C$ <i>Bm</i>	Гкал
Базовая школа пединститута (клубно-спортивный блок, бассейн, столовая)	2,955	1,30	238,453
Учебно-лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13	2,955	1,30	65,021
Здание столовой на 530 мест (лит.А4), Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16А	2,955	1,29	67,387
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.29	4,211	1,29	49
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.31	4,211	1,29	47,712
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Д	1,865	1,29	6,326
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-В	1,865	1,30	1,272
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Б	1,865	1,30	2,652
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15Е	1,865	1,30	0,94

Продолжение таблицы 4

Наименование зданий	R _{норм}	R _{изм}	O _{изб}
	$m^2 \text{ } ^\circ C$ <i>Bm</i>	$m^2 \text{ } ^\circ C$ <i>Bm</i>	Гкал
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13, строение 1	1,865	1,29	3,284
Склад, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Г	1,865	1,30	11,721
Учебный корпус, г.Сызрань, ул. Советская, д.26	2,955	1,29	31,516
<i>Двери</i>			
Учебно-производственные мастерские, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14В	0,436	0,37	0,607
Здание (лит.А) - главный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14	0,436	0,54	0
Здание (лит.А7) - спортивный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14А	0,436	0,54	0
Лабораторный корпус НИС, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14-Б	0,436	0,54	0
Здание лаборатории автомобильного факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14Г	0,436	0,54	0

Продолжение таблицы 4

Наименование зданий	R _{норм}	R _{изм}	O _{изб}
	$m^2 \text{ } ^\circ C$ <i>Bm</i>	$m^2 \text{ } ^\circ C$ <i>Bm</i>	Гкал
Здание лаборатории источников сейсмических сигналов источников сейсмических сигналов, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14Е	0,436	0,54	0
Лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16-Б	0,436	0,54	0
Учебно-лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16-В	0,436	0,55	0
Здание (лит.А) - учебно-лабораторный корпус электротехнического факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Ушакова, д.57	0,436	0,54	0
Здание (лит.А) - учебно-лабораторный корпус строительного факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Ушакова, д.59	0,436	0,54	0
Комплекс военной кафедры учебного корпуса, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15	0,436	0,54	0
Гараж - учебная лаборатория, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.13	0,308	0,54	0

Продолжение таблицы 4

Наименование зданий	R _{норм}	R _{изм}	O _{изб}
	$\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bt}$	$\frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Bt}$	Гкал
Малый артиллерийский полигон, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.17	0,436	0,54	0
Базовая школа пединститута (клубно-спортивный блок, бассейн, столовая)	0,436	0,55	0
Учебно-лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13	0,436	0,54	0
Здание столовой на 530 мест (лит.А4), Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16А	0,436	0,54	0
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.29	0,507	0,54	0
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.31	0,507	0,54	0
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Д	0,308	0,54	0
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-В	0,308	0,54	0
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Б	0,308	0,54	0

Продолжение таблицы 4

Наименование зданий	R _{норм}	R _{изм}	O _{изб}
	$\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ <i>Вт</i>	$\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ <i>Вт</i>	Гкал
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13, строение 1	0,308	0,16	3,057
Склад, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Г	0,308	0,16	3,057
Учебный корпус, г.Сызрань, ул. Советская, д.26	0,436	0,54	0
ИТОГО			1 6646

Как видно из результатов расчета - тепловое сопротивление ограждающих конструкций почти в два раза ниже нормируемых показателей.

В среднем нерациональный расход тепла по стенам и крыше с учетом площадей составляет 70-80%; по окнам - 35%. В натуральном выражении, с учетом площадей поверхности и теплового сопротивления ограждающих конструкций, мощность тепловых потерь здания на момент замеров составляет - Q = 16646 Гкал. За 2011 год на отопление потрачено было 19983,182 Гкал.

Таблица 5 - Тепловые характеристики отапливаемых зданий

Наименование здания, строения, сооружения	Удельная тепловая характеристика здания, строения, сооружения за отчетный (базовый) год (Вт/куб.м С°)		Суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, Вт»ч/(кв.м С°*сут.)
	фактическая	расчетно-нормативная	
Учебно-производственные мастерские, Самарская область,	0,385	0,370	55,778
Здание (лит.А) - главный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14	0,387	0,359	41,918
Здание (лит.А7) - спортивный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14А	0,218	0,370	35,538
Лабораторный корпус НИС, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14-Б	0,340	0,359	35,011
Здание лаборатории автомобильного факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14Г	0,351	0,370	39,280
Здание лаборатории источников сейсмических сигналов источников сейсмических сигналов, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н,	1,394	0,370	200,361

Продолжение таблицы 5

Наименование здания, строения, сооружения	Удельная тепловая характеристика здания, строения, сооружения за отчетный (базовый) год (Вт/куб.м С°)		Суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, Вт»ч/(кв.м С°*сут.)
	фактическая	расчетно-нормативная	
Лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16-Б	0,391	0,370	42,159
Учебно-лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16-В	0,640	0,341	61,769
Здание (лит.А) - учебно-лабораторный корпус электротехнического факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н,	0,424	0,341	43,547
Здание (лит.А) - учебно-лабораторный корпус строительного факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Ушакова, д.59	0,471	0,341	50,866
Комплекс военной кафедры учебного корпуса, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15	0,241	0,370	24,187

Продолжение таблицы 5

Наименование здания, строения, сооружения	Удельная тепловая характеристика здания, строения, сооружения за отчетный (базовый) год (Вт/куб.м С°)		Суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, Вт»ч/(куб.м С°*сут.)
	фактическая	расчетно-нормативная	
Гараж - учебная лаборатория, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.13	0,455	0,266	10,920
Малый артиллерийский полигон, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.17	0,311	0,486	38,317
Базовая школа пединститута (клубно-спортивный блок, бассейн, столовая)	0,275	0,417	27,685
Учебно-лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13	0,319	0,417	76,909
Здание столовой на 530 мест (лит.А4), Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16А	0,453	0,440	47,482
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.29	0,278	0,359	23,427
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.31	1,040	0,359	76,390

Продолжение таблицы 5

Наименование здания, строения, сооружения	Удельная тепловая характеристика здания, строения, сооружения за отчетный (базовый) год (Вт/куб.м С°)		Суммарный удельный годовой расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, Вт»ч/(кв.м С°*сут.)
	фактическая	расчетно-нормативная	
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Д	0,603	0,255	14,478
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-В	1,437	0,255	34,519
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Б	0,611	0,255	14,666
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15Е	0,359	0,255	8,622
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13, строение 1	1,524	0,243	36,607
Склад, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Г	0,539	0,266	12,952
Учебный корпус, г.Сызрань, ул. Советская, д.26	0,458	0,37	43,769

Утепление здания является обязательным, если фактическая удельная характеристика превышает нормированное значение и тепловые сопротивления ограждающих конструкций ниже нормированных значений. По полученным результатам видно, что часть зданий не соответствуют требованиям СНиП 23.02-2003.

В результате инструментального тепловизионного обследования ограждающих конструкций здания была получена исчерпывающая информация, поз-

воляющая объективно судить о качестве теплофизических свойств ограждающих конструкций и строительных работ. Крайне важным является то, что полученные результаты не зависят от субъективных характеристик оператора и определяются только точностными параметрами используемой аппаратуры и примененной методики анализа.

В целом, по результатам обследования может быть сделано заключение о низком уровне теплозащиты ограждающих конструкций отдельных зданий, не соответствующего нормативным требованиям. Данный результат подтвержден отзывами работающего и обслуживающего персонала.

По результатам обследования сделаны выводы о том, что:

- необходимо провести утепление ограждающих конструкций, заменить окна на современные многокамерные стеклопакеты, утеплить откосы;
- установить шунтирующие перемычки, запорно-регулирующую арматуру на радиаторы отопления, а также устройство термоконтроля;
- установить за радиаторами отражатели;
- установить автоматизированную систему контроля температуры в теплоузлах, поскольку в результате ручного управления наблюдается превышение температуры в отдельных помещениях, что вызывает перерасход тепловой энергии.

1.2.3 Система водоснабжения и водоотведения

Поставка питьевой воды и сброс сточных вод осуществляет городской водоканал. Фактический расход воды фиксируется по счетчикам таблицы 6. Динамика водопотребления за последние 5 лет показана на рисунке 9. Вода подразделяется на холодную и горячую, потребление холодной воды составляет - 106,25 тыс. м³, горячей воды - 18,75 тыс. м³.

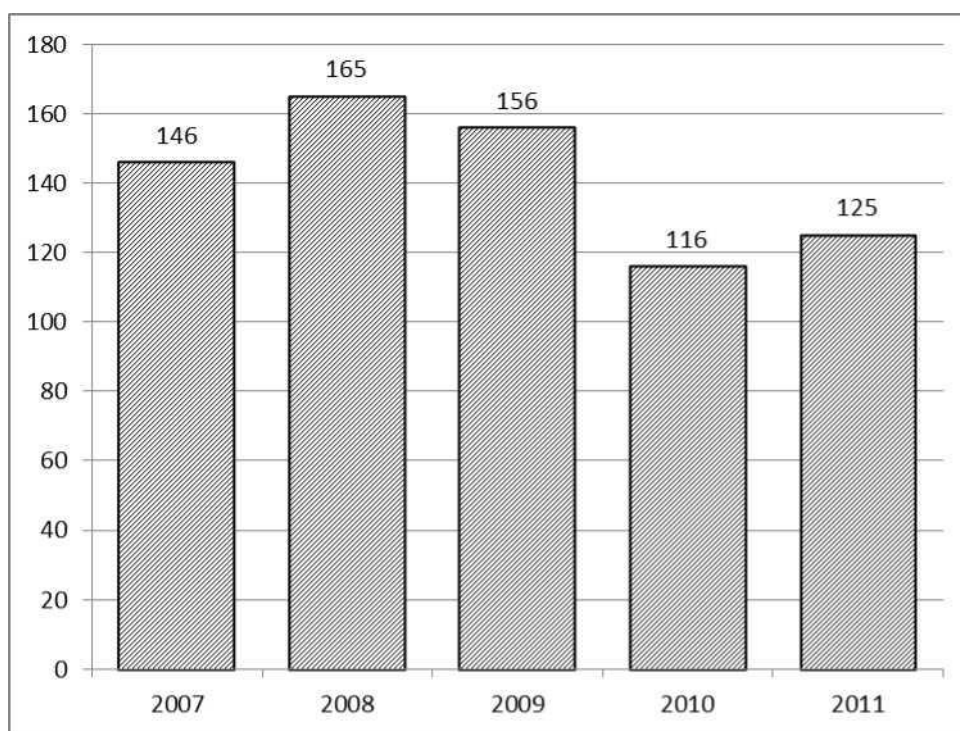


Рис.9. Динамика потребления воды, тыс. м³

Рост или снижение потребления воды зависит от количества студентов и преподавателей, а также режимов их пребывания. Крупными потребителями воды являются общежития и столовые. Повышенный расход воды в 2008 и 2009 годах вызван ремонтными работами, проводимыми в части корпусов. Снижение расхода воды в 2010 и 2011 гг. вызвано уменьшением числа обучающихся и окончанием ремонтных работ.

Таблица 6 - Система учета водопотребления

Марка	Количество	Класс точности
BCX-50	1	В (2%)
СКБ-40	2	В (2%)
BCX-50	4	В (2%)
СКБ-40	2	В (2%)
BMX-50	2	В (2%)
simens-15	2	В (2%)
СХВ-15	2	В (2%)
ОСВ-40	1	В (2%)
СКБ-15	1	В (2%)
ОСВ-25	1	В (2%)
Отсутствует	1	-

В общем плане состояние системы водоснабжения является удовлетворительным. Для экономии водопотребления водоразборную арматуру следует заменить на экономичную (поменять краны и смывные системы), установить посудомоечные машины на кухне, регулярно проводить поверку счетчиков [17].

Предложения по экономии энергоресурсов

Здания организации по своему состоянию на сегодняшний день не соответствует требованиям по экономичности использования энергоресурсов, поэтому требует проведения мероприятий по повышению эффективности использования ТЭР.

Основными направлениями экономии энергоресурсов является утепление ограждающих конструкций и автоматизация системы отопления.

- 1) Систематизировать сбор показаний приборов учета, для удобства обработки и анализа потребления энергоресурсов. Наличие точной информации о расходах является основой разработки, оценки и контроля выполнения любых вновь вводимых энергосберегающих мероприятий. При больших изменениях в потреблении ресурсов следует указывать причины, чтобы в будущем использовать информацию для повышения экономии.
- 2) Произвести утепление фасада здания и заменить окна на современные стеклопакеты, особое внимание, уделив откосам. Это позволит привести тепловое сопротивление ограждающих конструкций в норму, тем самым - снизить потери тепла в зимний период.

Таблица 7 – Результаты расчета экономической эффективности

Здание	Стоимость, тыс. руб.	Эффект		Простой срок окупа- емости, лет
		Гкал	Тыс. руб.	
Отопление стен				
Учебно-производственные мастерские, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14В	4498,741	23,138	22,007	204,4
Здание (лит.А) - главный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14	11620,773	318,526	302,943	38,4
Здание (лит.А7) - спортивный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14А	5948,074	163,037	155,061	38,4
Лабораторный корпус НИС, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.14-Б	7693,462	121,123	115,198	66,8
Здание лаборатории автомобильного факультета, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н,	7353,178	201,551	191,691	38,4

Продолжение таблицы 7

Здание	Стоимость, тыс. руб.	Эффект		Простой срок окупа- емости, лет
		Гкал	Тыс. руб.	
Отопление стен				
Здание лаборатории источников сейсмических сигналов ии источников сейсмических сигналов, Самарская область,	2515,447	73,901	70,285	35,8
Лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р- н, ул.Белорусская, д.16-Б	6703,002	183,729	174,741	38,4
Учебно-лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16- В	13361,386	392,540	373,337	35,8
Здание (лит.А) - учебно- лабораторный корпус электротехнического факультета, Самарская область, г.Тольятти,	12188,611	358,086	340,568	35,8
Здание (лит.А) - учебно- лабораторный корпус строительного факультета, Самарская область, г.Тольятти,	12710,36	373,414	355,147	35,8

Продолжение таблицы 7

Здание	Стоимость, тыс. руб.	Эффект		Простой срок окупа- емости, лет
		Гкал	Тыс. руб.	
Отопление стен				
Комплекс военной кафедры учебного корпуса, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15	6664,113	71,875	68,359	97,5
Гараж - учебная лаборатория, Са- марская область, г.Тольятти, Цен- тральный р-н, ул.Мира, д.13	1393,338	32,807	31,202	44,7
Малый артиллерийский полигон, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.17	1268,443	13,422	12,766	99,4
Базовая школа пединститута (клубно-спортивный блок, бассейн, столовая)	8764,84	257,500	244,903	35,8
Учебно-лабораторный корпус, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13	10974,674	118,366	112,576	97,5
Здание столовой на 530 мест (лит.А4), Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Белорусская, д.16А	3185,862	87,324	83,053	38,4

Продолжение таблицы 7

Здание	Стоимость, тыс. руб.	Эффект		Простой срок окупа- емости, лет
		Гкал	Тыс. руб.	
Отопление стен				
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р- н, ул.Белорусская, д.29	4735,209	144,740	137,659	34,4
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р- н, ул.Белорусская, д.31	4066,678	124,305	118,224	34,4
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Д	1650,675	38,867	36,965	44,7
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-В	728,501	17,153	16,314	44,7
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Б	779,473	6,507	6,189	125,9
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13, строение	1521,4	35,823	34,070	44,7

Продолжение таблицы 7

Здание	Стоимость, тыс. руб.	Эффект		Простой срок окупа- емости, лет
		Гкал	Тыс. руб.	
Отопление стен				
Склад, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Г	1303,19	30,685	29,184	44,7
Утепление дверей, установка уплотнителей				
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13, строение	5,7	0,804	0,765	7,5
Склад, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Г	5,7	0,804	0,765	7,5
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р- н, ул.Белорусская, д.29	4735,209	144,740	137,659	34,4
Общежитие на 400 мест, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р- н, ул.Белорусская, д.31	4066,678	124,305	118,224	34,4
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Д	1650,675	38,867	36,965	44,7

Продолжение таблицы 7

Здание	Стоимость, тыс. руб.	Эффект		Простой срок окупа- емости, лет
		Гкал	Тыс. руб.	
Отопление стен				
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-В	728,501	17,153	16,314	44,7
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Центральный р-н, ул.Мира, д.15-Б	779,473	6,507	6,189	125,9
Гараж, Самарская область, г.Тольятти, Автозаводский р-н, бульвар Королева, д.13, строение	1521,4	35,823	34,070	44,7

3) Установить шунтирующие перемычки, терморегуляторы температуры на радиаторы отопления. Эффективность будет зависеть от перепадов температуры в течение отопительного сезона и в среднем дает эффект 10%.

Установка шунтирующих перемычек и терморегуляторов:

стоимость - $9304 \times 2,5 = 23260$ тыс. руб.; экономия - 1895,2 Гкал - 1802,335 тыс. руб.; срок окупаемости - $23260/1802,335 = 12,9$ года.

Модернизировать систему освещения:

Замена 1165 ламп накаливания E27.; стоимость: $1165 \times 0,23 = 208,62$ тыс. руб.; экономия: 42767 кВтч - 177,911 тыс. руб.; срок окупаемости - $208,62/177,911 = 1,2$ года.

Установка 6118 светодиодных светильников: стоимость: $6118 \times 0,485 = 2967,23$ тыс. руб.; экономия: 137259 кВтч - 570,997 тыс. руб.; срок окупаемости - $2967,23 / 570,997 = 5,2$ года.

Провести разъяснительные беседы с персоналом о том, что необходимо

вовремя выключать свет утром, когда он уже не нужен, и полностью отключать офисную технику на ночь и выходные; экономно использовать воду - эффективность составит порядка 1%.

Экономия воды: 1,25 тыс. м .

Экономия электричества: 42115 кВтч.

Установка порционных смесителей в местах общего пользования:

стоимость - $412 \times 3,8 = 1153,6$ тыс. руб.; экономия - $9375 \text{ м}^3 = 339,375$ тыс. руб.;
срок окупаемости - $1153,6 / 339,375 = 3,4$ года.

Замена экономически не выгодна.

Установка системы контроля движения автомобиля и расхода топлива.

Стоимость 363 тыс. руб. по 9,5 тыс. руб. за комплект на автомобиль плюс ежегодное обслуживание.

Экономия топлива составит 12,202 тыс. л. = 353,867 тыс. руб.

Срок окупаемости: $363 / 353,867 = 1$ год

Настройка и регулировка топливной системы.

Стоимость: 17 тыс. руб.

Экономия 3,661 тыс. л. = 106,169 тыс. руб.

Срок окупаемости: $17 / 106,169 = 0,2$ года.

При замене электрических плит на индукционные, снижение электропотребления будет порядка 30-40%.

Стоимость одной 4-х конфорочной индукционной плиты составляет 94 тыс. руб.

Число часов работы данного типа плит составляет 1500 часов в год. Мощность плиты в среднем составляет 14 кВт Экономия $14 \text{ кВт} \times 1500 \times 40\% = 8400 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ с одной плиты.

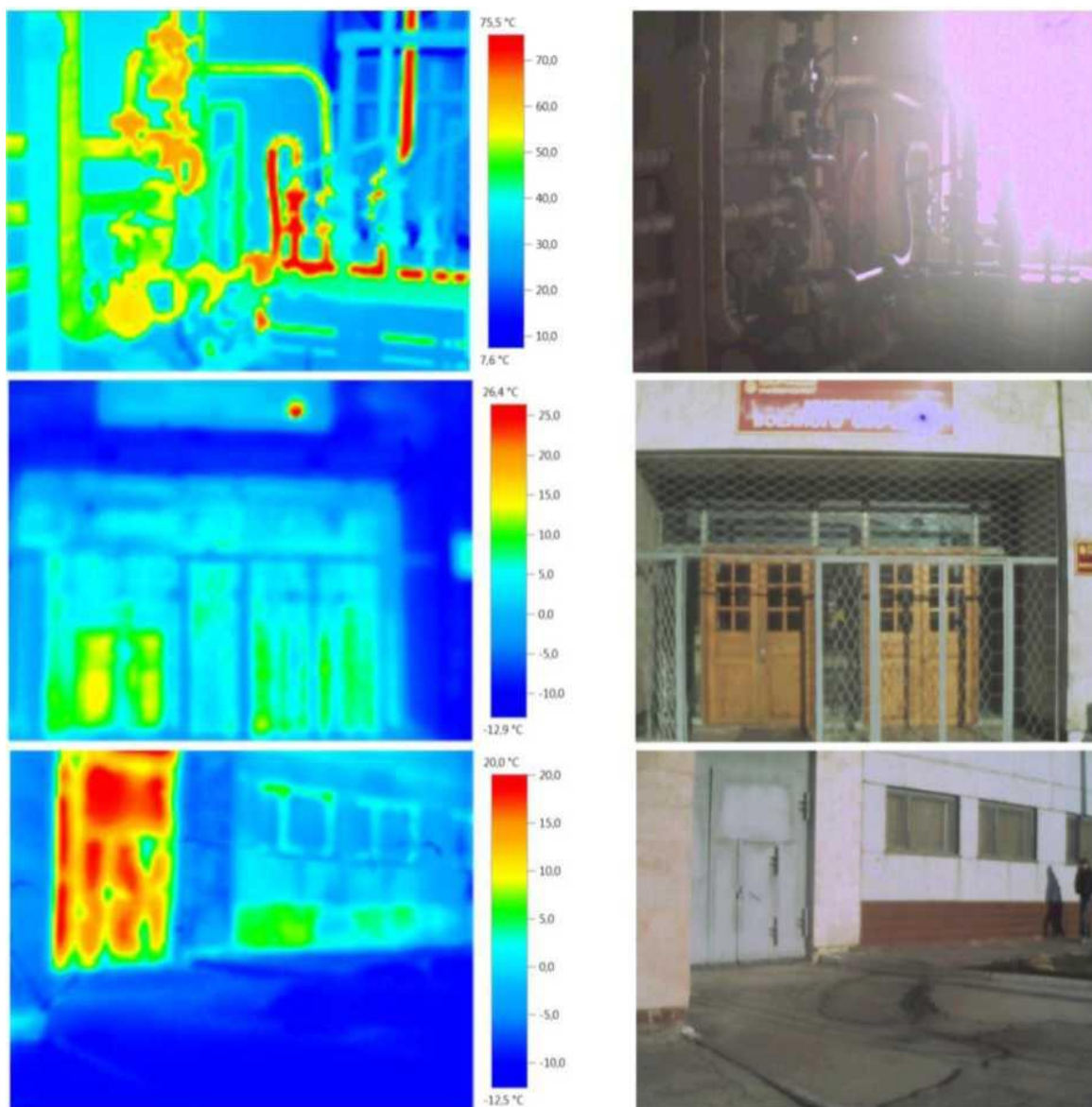
$8400 \times 4,808 = 40,387$ тыс. руб.

Срок окупаемости составит $94 / 40,387 = 2,32$ года.

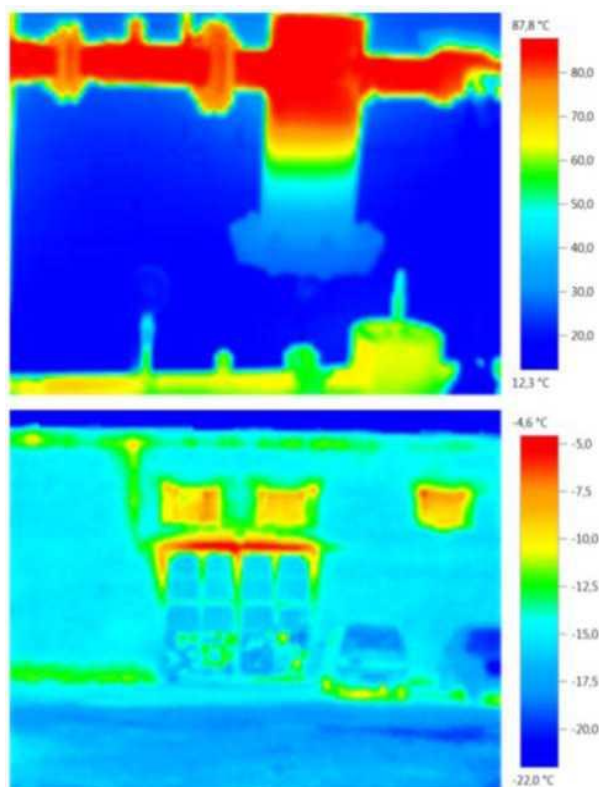
Автоматизация тепловых пунктов. В среднем, при автоматизации индивидуальных тепловых пунктов с установкой счетчика тепла, эффект снижения расхода тепловой энергии составляет 15-30%. Использование дополни-

тельно автоматических терморегуляторов на отопительных приборах снижает эффект от автоматизации ИТП, но увеличивает общий. Рекомендуется установить АИТП на 12 вводах, которые питают здания университета. Стоимость каждого АИТП может быть оценена по проекту, который следует разработать предварительно. Исходя из мощности потребителя, типа систем отопления и наличия ГВС общая стоимость по средним рыночным ценам составит 9600 тыс. руб.; экономия - 1895,2 Гкал - 1802,335 тыс. руб.; срок окупаемости - $9600/1802,335 = 5,3$ года.

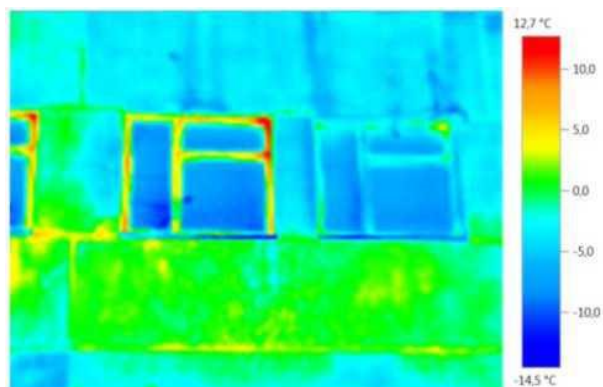
Результаты тепловизионного обследования ограждающих конструкций
ул. Мира 15 (военная кафедра)

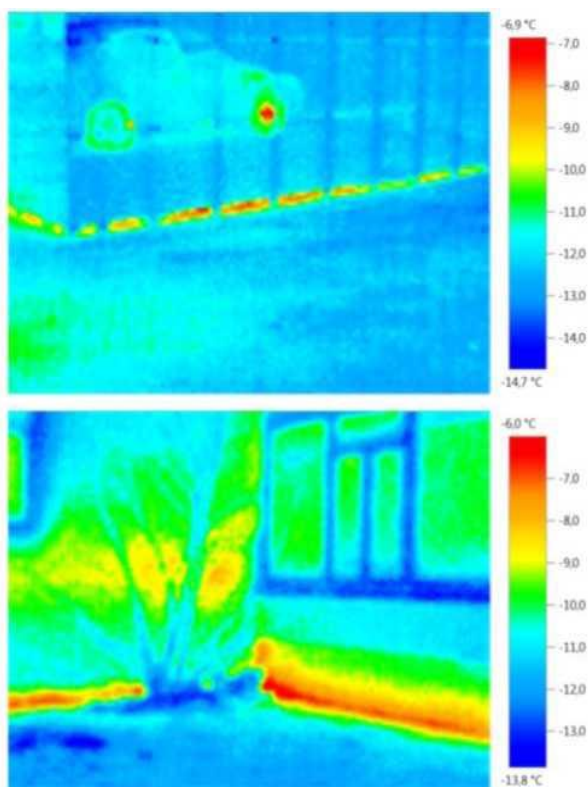


ул. Мира (гараж)

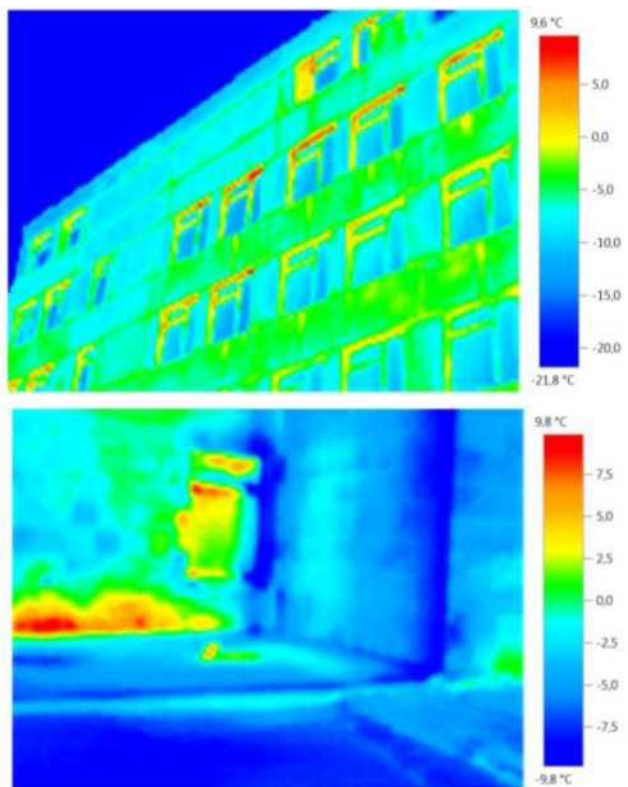


ул. Королева 13

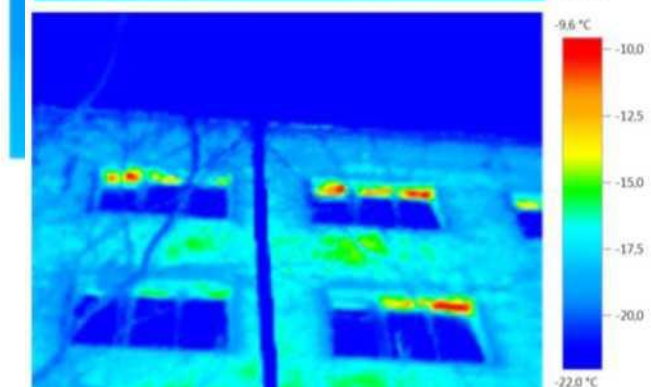
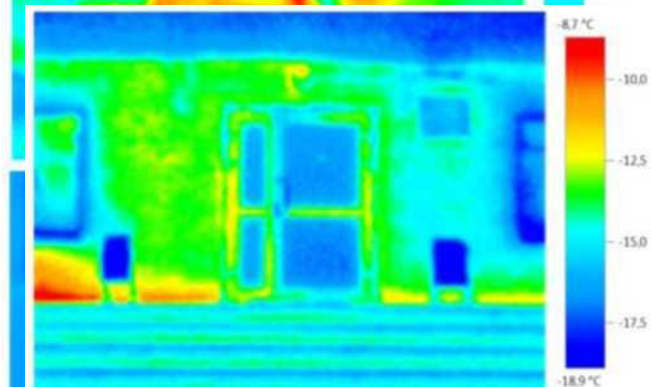
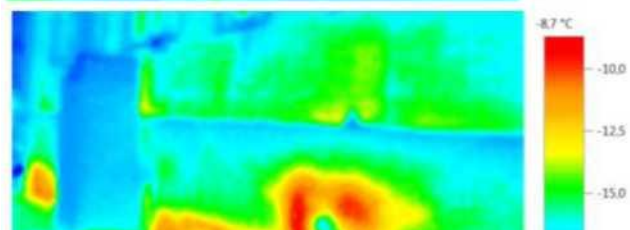
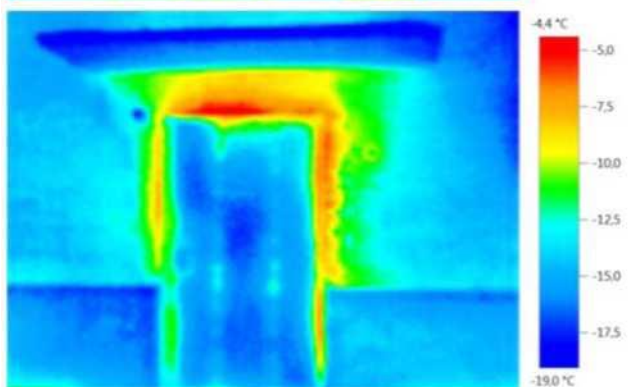
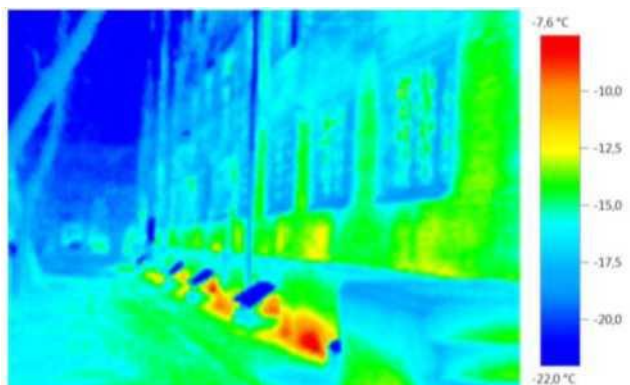


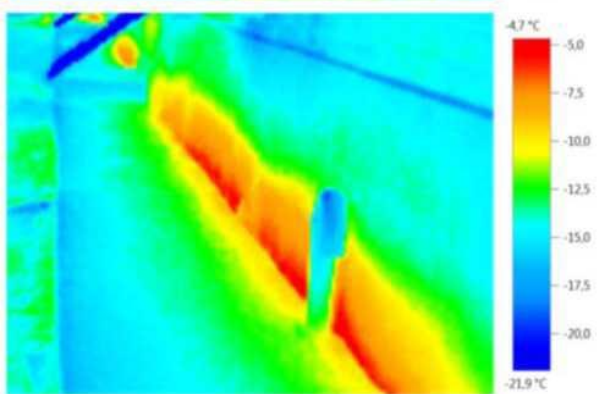
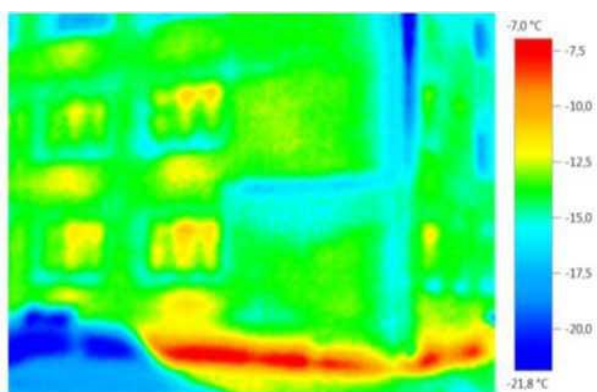
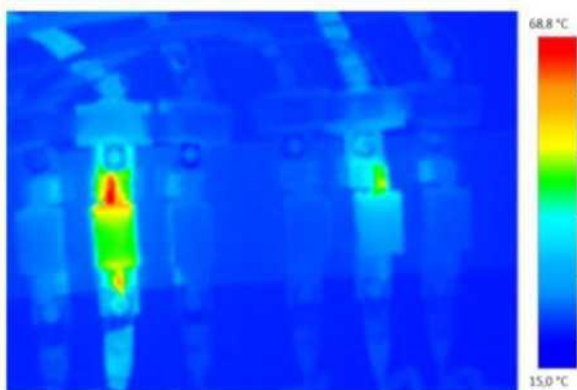
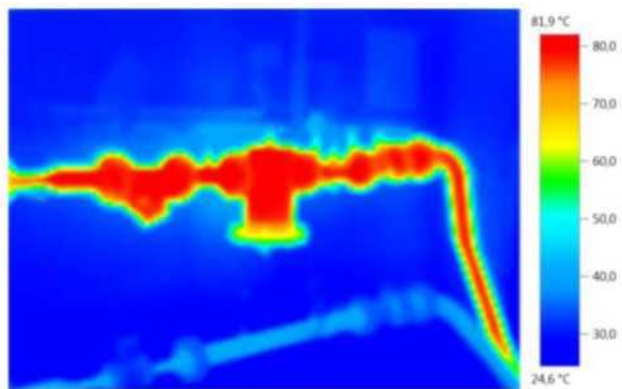


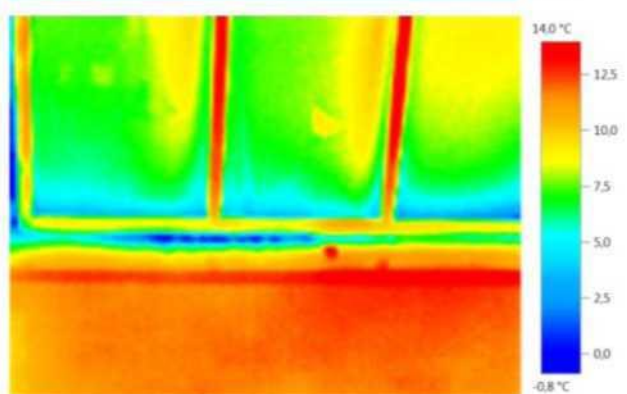
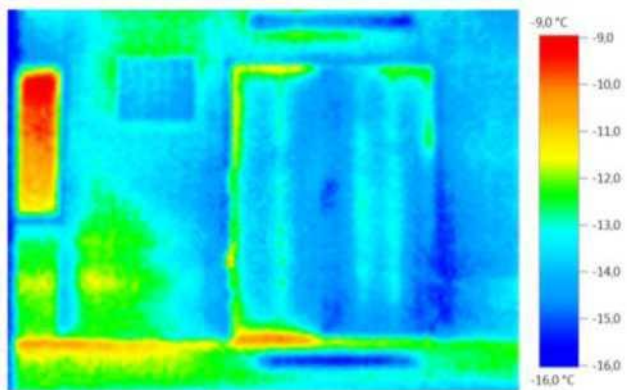
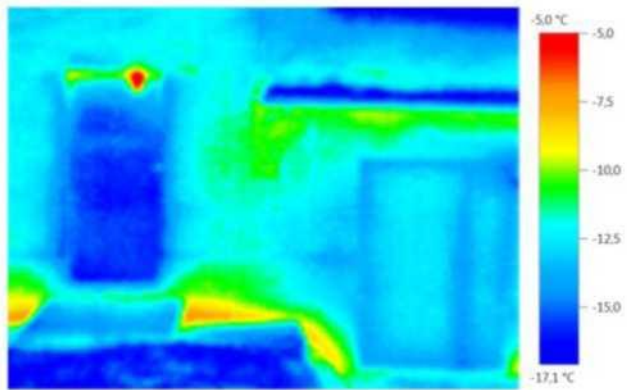
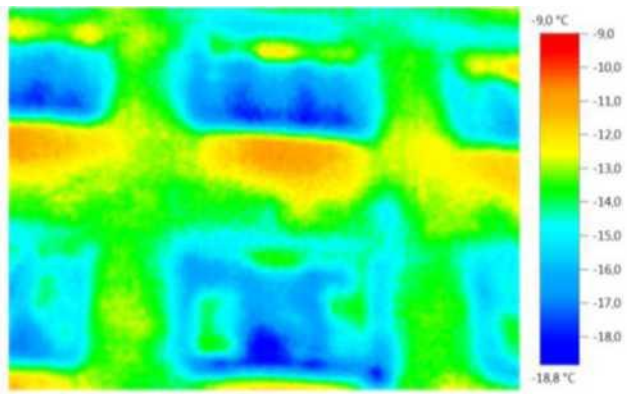
ул. Мира 17

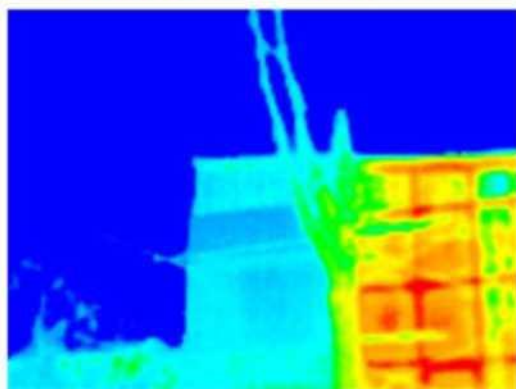
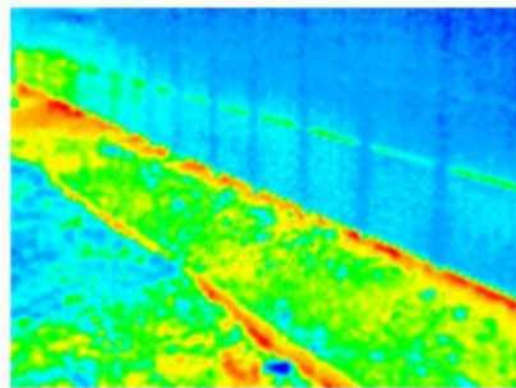
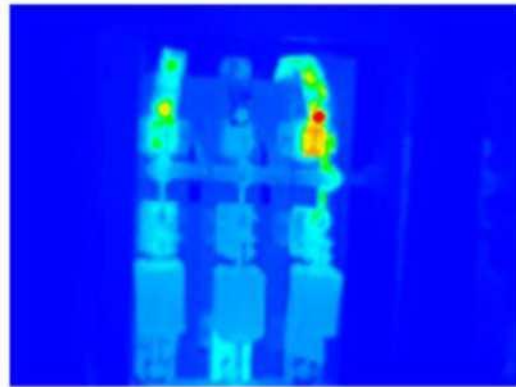
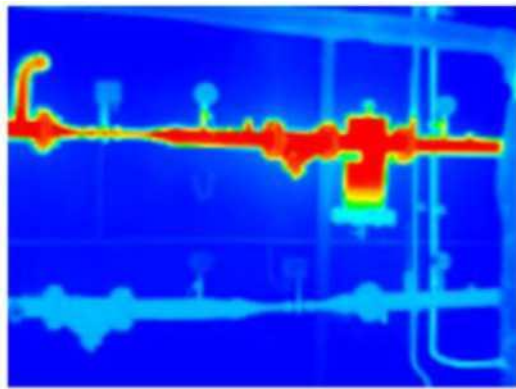


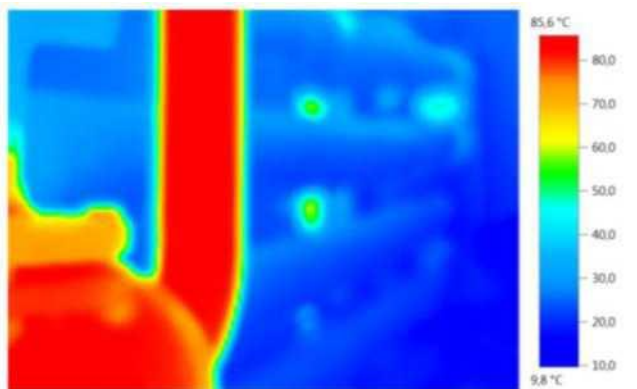
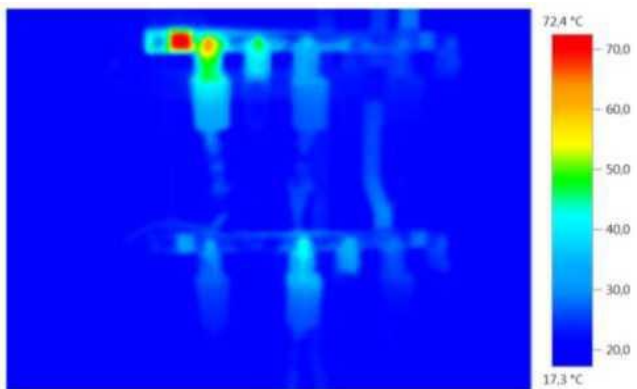
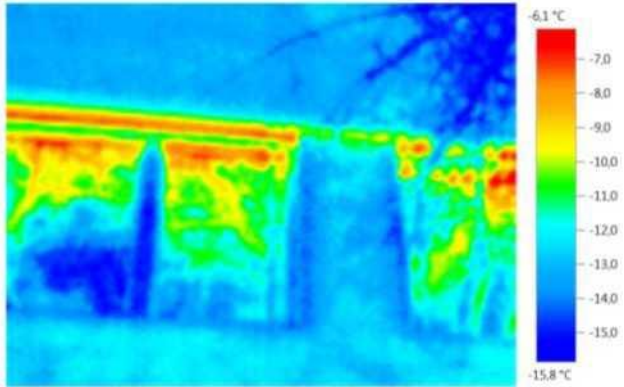
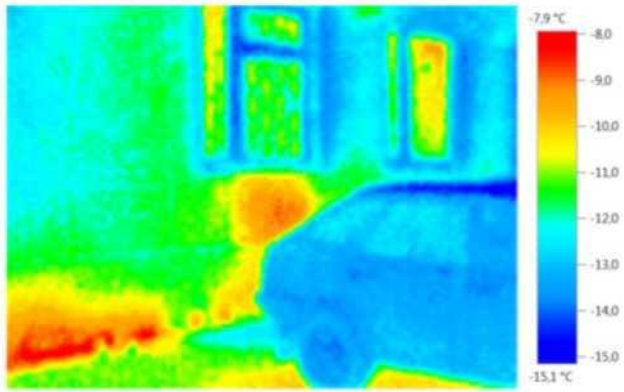
ул. Белорусская 29 (общежитие)



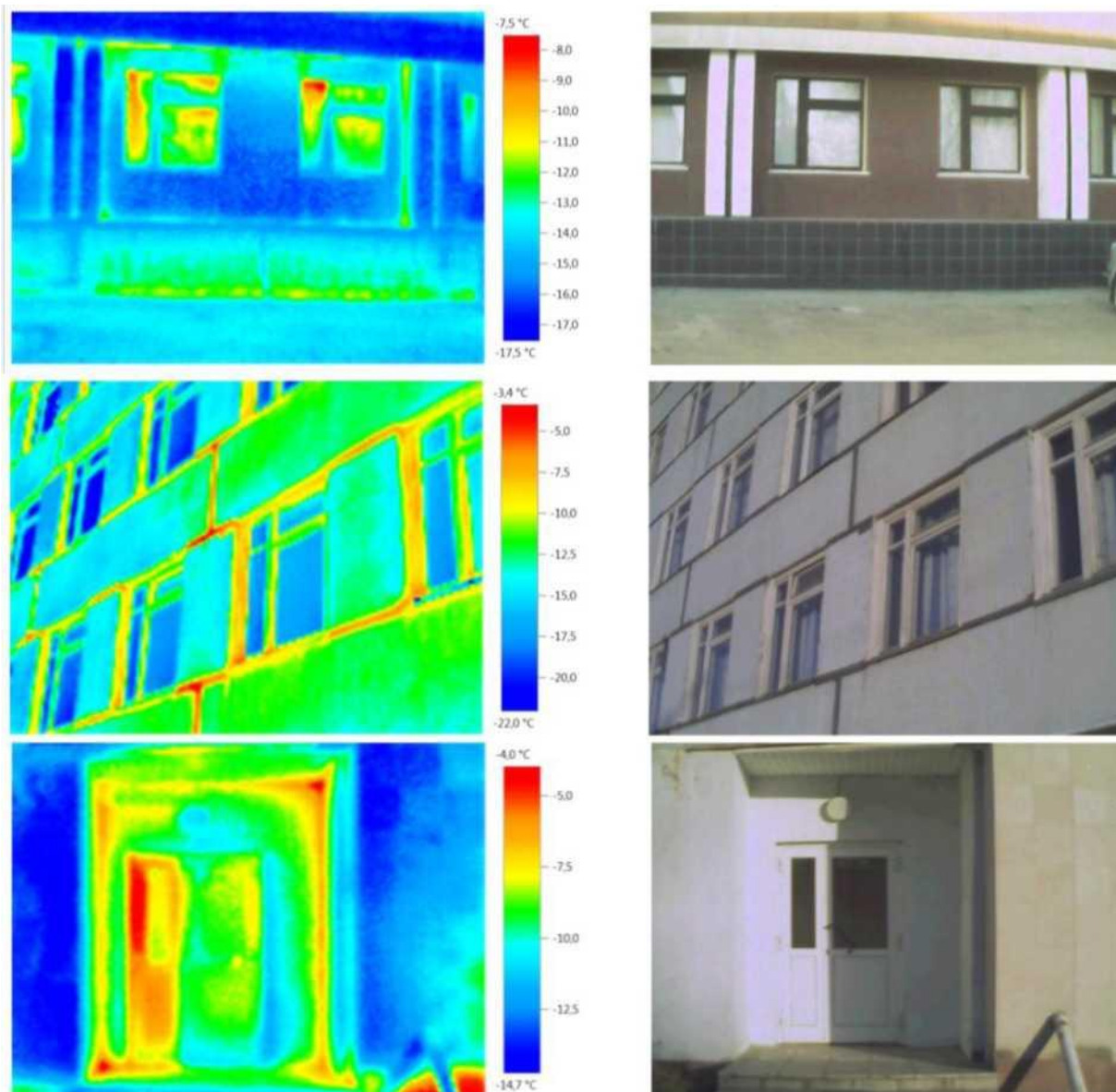


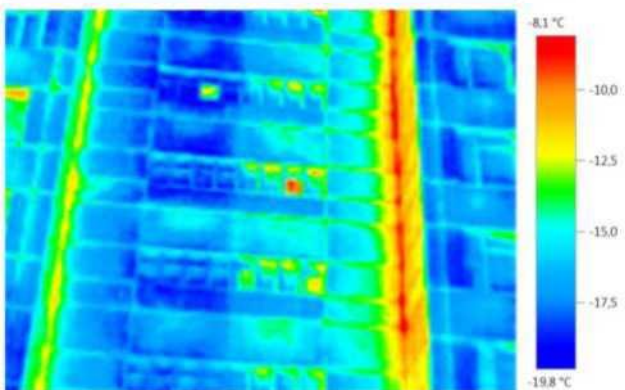
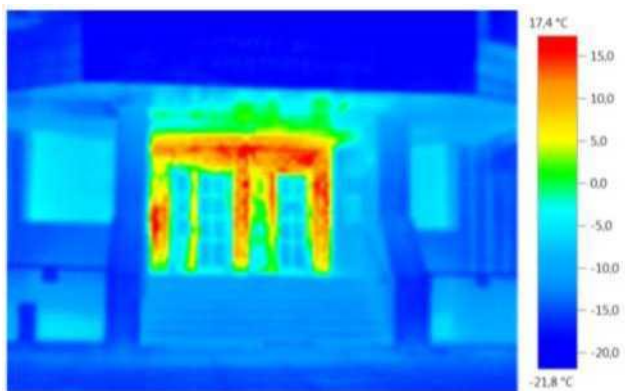
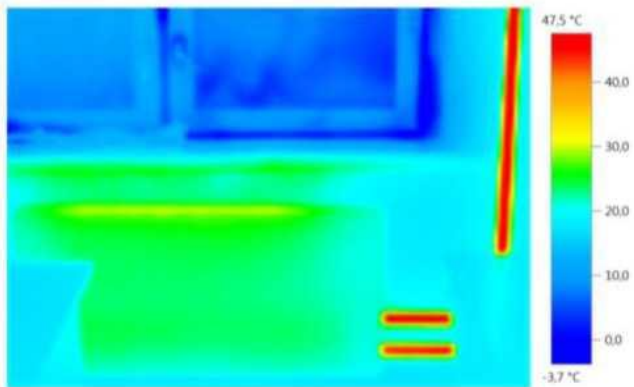
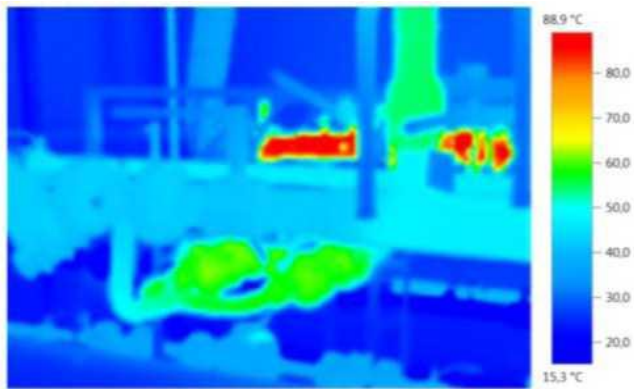


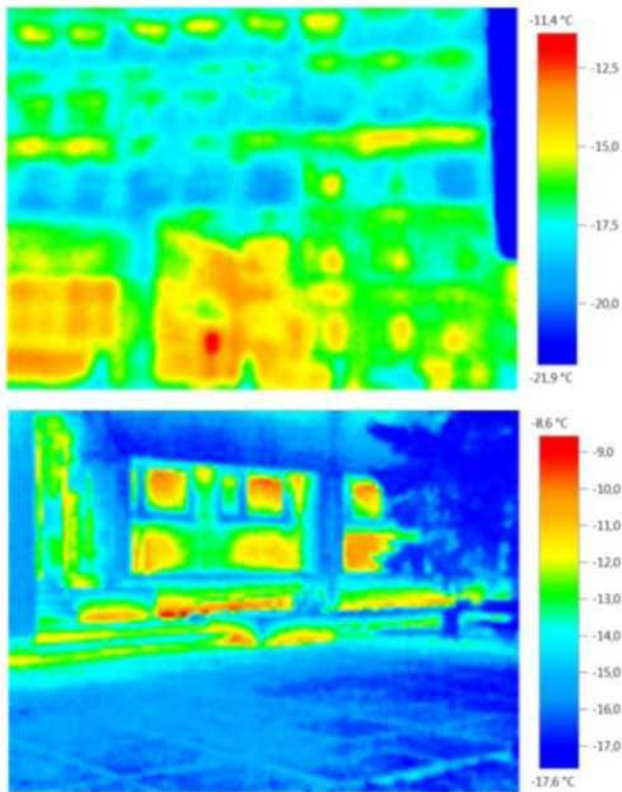
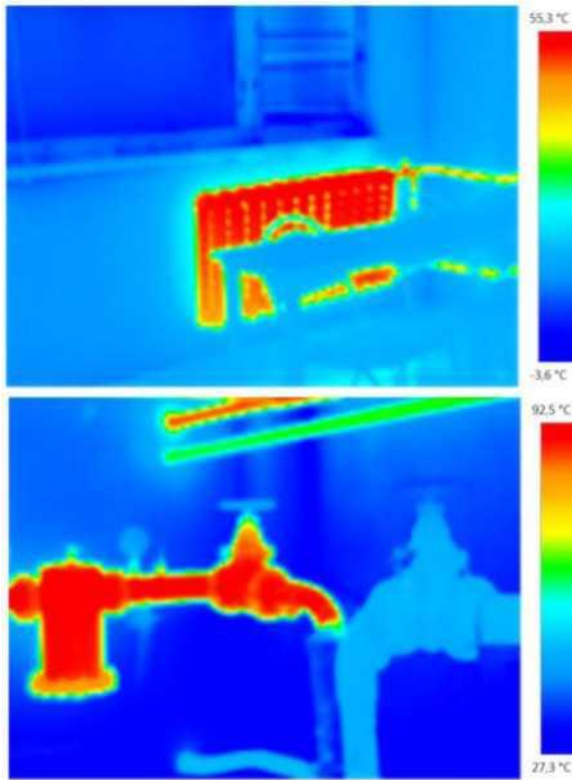


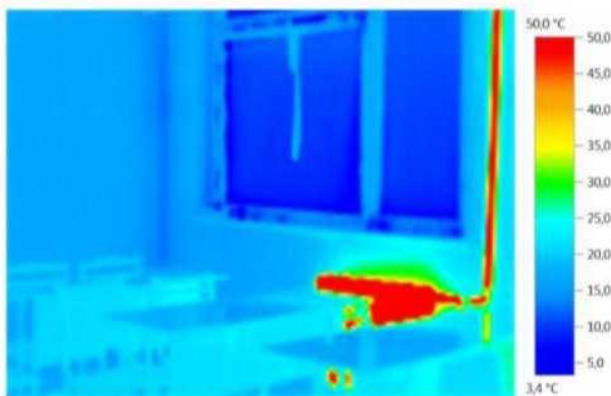
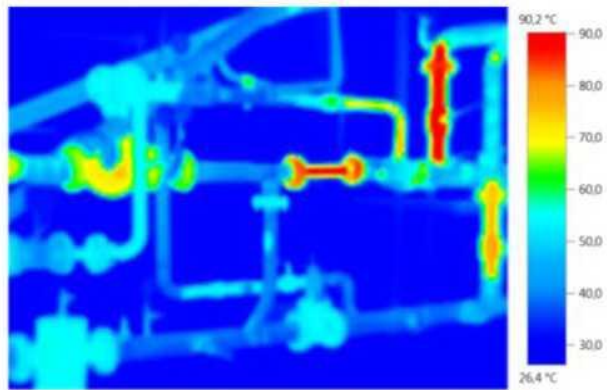
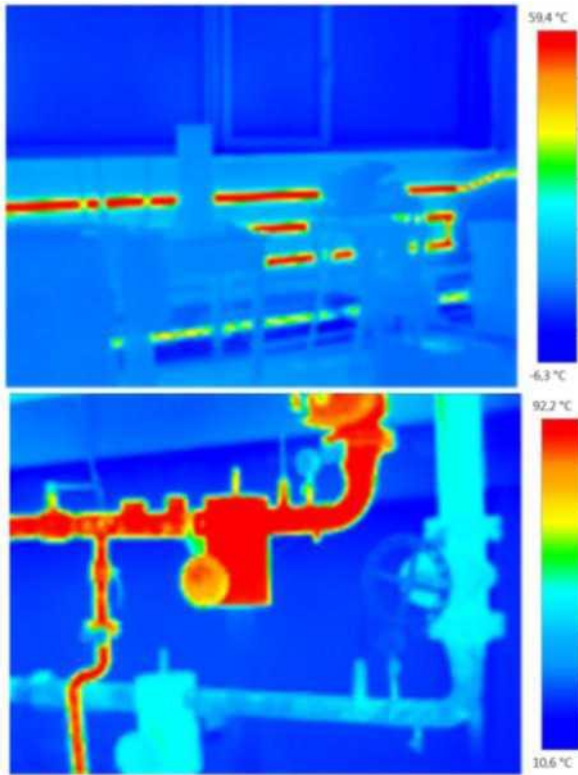


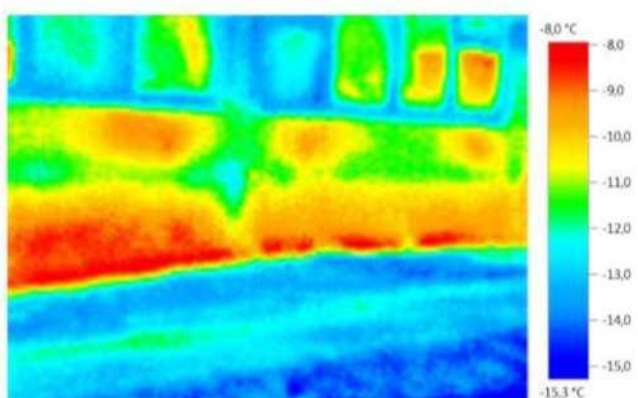
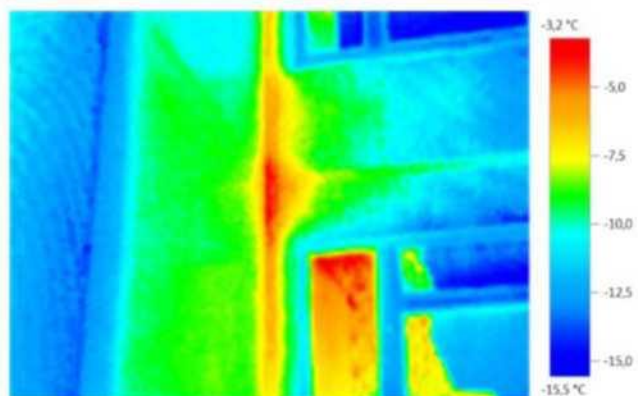
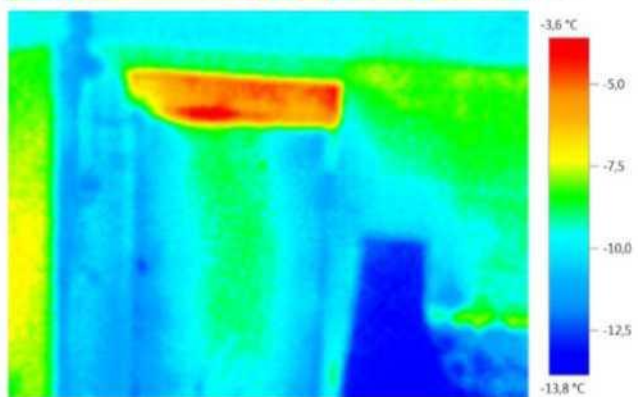
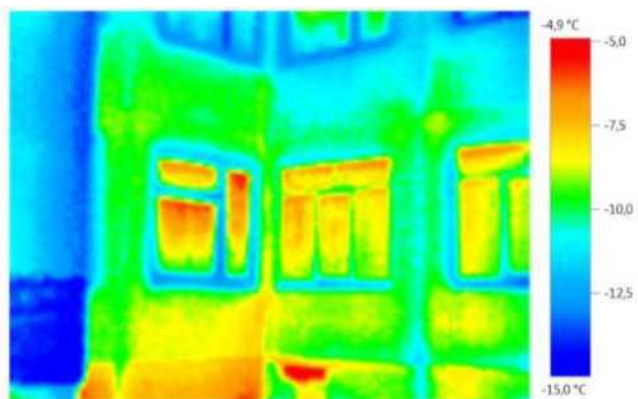
ул. Белорусская 166

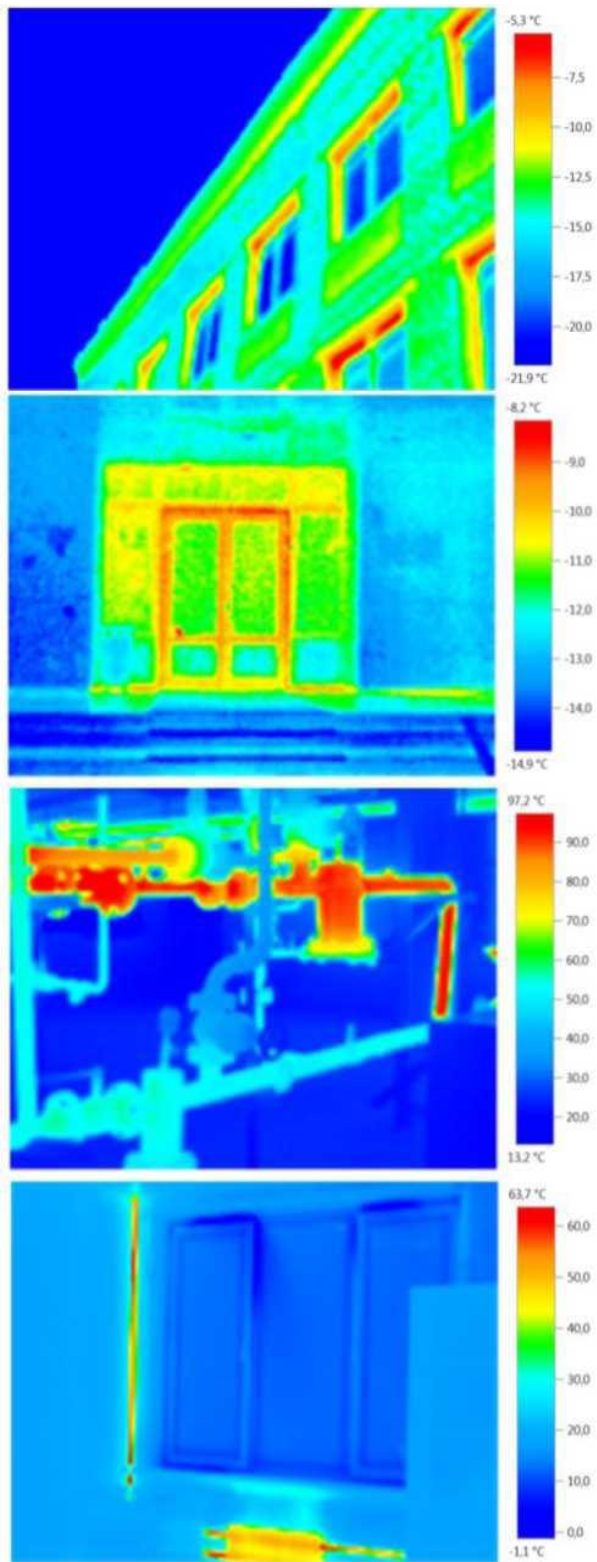












2 Инструментальное обследование

2.1 Общие сведения о корпусах Э и АС ТГУ

Общие сведения о корпусах Э и АС Тольяттинского государственного университета приведены в таблицах 8, 9, 10 и 11.

Таблица 8 – Общие сведения о потребителе топливно-энергетических ресурсов

№ п/п	Наименование объекта	Этажность	Кубатура, м ³	Площадь, м ²	Строит. материал	Год строит.	Прим.
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Учебные корпуса, в т.ч.						
	Корпус Э	9	36550	9408	Керамзитобетон	1986	
	Корпус АС	9	40697	9984	Керамзитобетон	1986	
	Итого		77247	19392			

Таблица 9 – Общие сведения о потребителе топливно-энергетических ресурсов

№ п/п	Наименование	Количество чел., в т.ч.		Примечание
		Корпус Э	Корпус АС	
1	2	3	4	5
2.	Общая численность	1800	2529	
	Студенты	1620	2342	
	очное отделение	1085	1462	
	очно-заочное отделение	147	277	
	заочное отделение	388	603	
	ППС	72	81	
	УВП	39	40	

Продолжение таблицы 9

№ п/п	Наименование	Количество чел., в т.ч.		Примечание
		Корпус Э	Корпус АС	
1	2	3	4	5
	Сотрудники УНИ	11	10	
	Обслуживающий персонал	33	35	

Таблица 10 – Общее потребление энергоносителей

№ п/п	Наименование энергоносителя	Ед.из м.	Потреблен- ное количество	Коммерческий учет		Прим.
				Тип прибора	Кол-во	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Электроэнергия Корпус Э Корпус АС Итого	кВт· час	344700 62400 407100	САЗУ- И670	2	Установ- лены на вводах ТП- 24
2.	Тепловая энергия	Гкал	2355,6			Учет не ведется
3.	Химически очищенная хол. вода Корпус Э Корпус АС Итого	м ³	7117 5940 13057	СКВ	1 1	Установ- лены на вводах

Таблица 11 – Удельный расход энергоресурсов

№ п/п	Виды энергоресурсов	Ед.изм.	Фактический удельный расход	Примечан ие
1	2	3	4	5
1.	Электроэнергия			
1.1.	На одного человека от всего электропотребления	кВт·час/чел	94,04	
2.	Тепловая энергия			
2.1.	На м ³ отапливаемых зданий	Гкал/ м ³	0,0305	
2.2.	На м ² отапливаемых зданий	Гкал/ м ²	0,1215	
2.3.	На одного человека от всего теплопотребления	Гкал/чел	0,5441	
3.	Водопотребление			
3.1.	На одного человека от всего водопотребления	м ³ /чел	3,0162	

2.2 Анализ структуры финансовых затрат на энергоносители

Сводные данные по финансовым затратам на энергоносители корпусов Э и АС ТГУ за 2005 г. приведены в таблице 12. Структура распределения финансовых затрат на энергоресурсы приведена на рисунке 10.

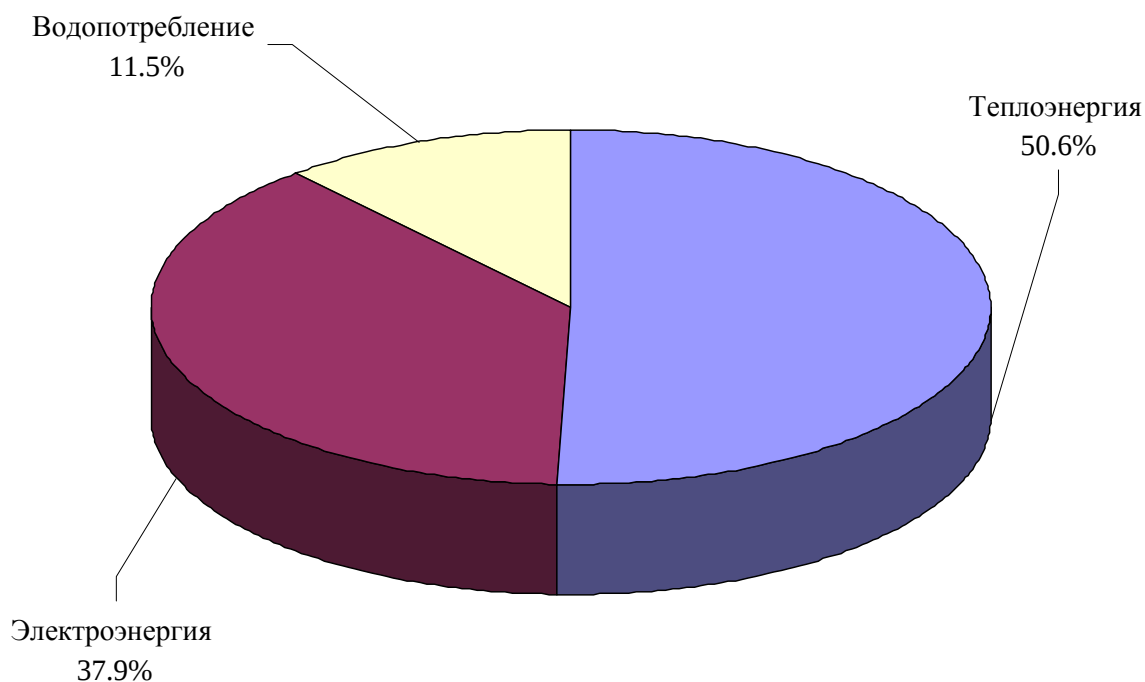


Рисунок 10 – Структура финансовых затрат на энергоносители

Таблица 12 – Сведения о затратах на энергоресурсы корпусов Э и АС ТГУ за 2005 год

№ п/п	Наименование энергоносителя	Ед.изм.	Финансовые затраты (с НДС)	Примечание
1.	Электроэнергия	Руб.	624 491,4	
2.	Тепловая энергия	Руб.	833 882,4	
3.	Водопотребление	Руб.	187 968,57	
	Всего	Руб.	1 646 342,37	

Исходя из представленных данных, приоритетными направлениями при разработке мероприятий по экономии финансовых затрат на энергоресурсы следует считать прежде всего затраты на тепловую энергию (50,6%), а также затраты на электроэнергию (37,9%). Затраты на водопотребление составляют 11,5% от суммарных финансовых затрат на энергоносители.

2.3 Анализ системы электроснабжения корпусов Э и АС ТГУ

Корпуса Э и АС ТГУ запитаны от ТП-24, находящейся на балансе МУП ПО КХ г. Тольятти. Принципиальная схема внешнего электроснабжения корпусов Э и АС ТГУ приведена на рисунке 11. Электроснабжение корпусов осуществляется по четырем фидерам напряжением 6 кВ кабельными линиями, марка и количество которых указано на рисунке 11. Корпус Э запитан от фидера 12 секции 2 ТП-24, резерв - от фидера 8 секции 1 ТП-24. Корпус АС запитан от фидера 6 секции 1 ТП-24 и фидера 14 секции 2 ТП-24.

Сведения о трансформаторах ТП-24 представлены в форме 13 энергетического паспорта.

На рисунках 12 и 13 приведены схемы внутреннего электроснабжения корпусов Э и АС ТГУ.

Схема электроснабжения корпусов Э и АС ТГУ от ТП-24

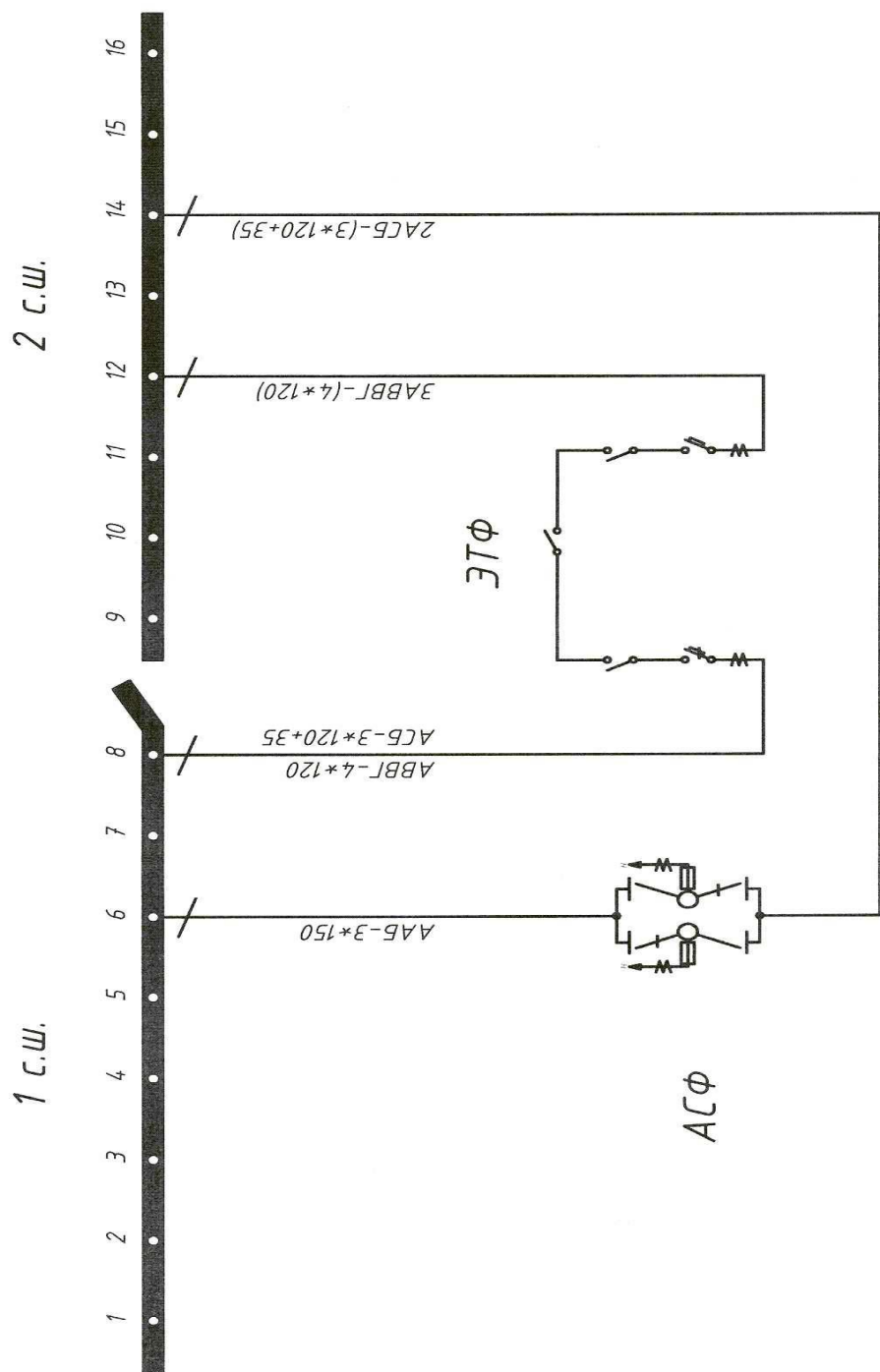


Рисунок 11 – Принципиальная схема внешнего электроснабжения корпусов
Э и АС ТГУ

Схема электроснабжения корпуса Э

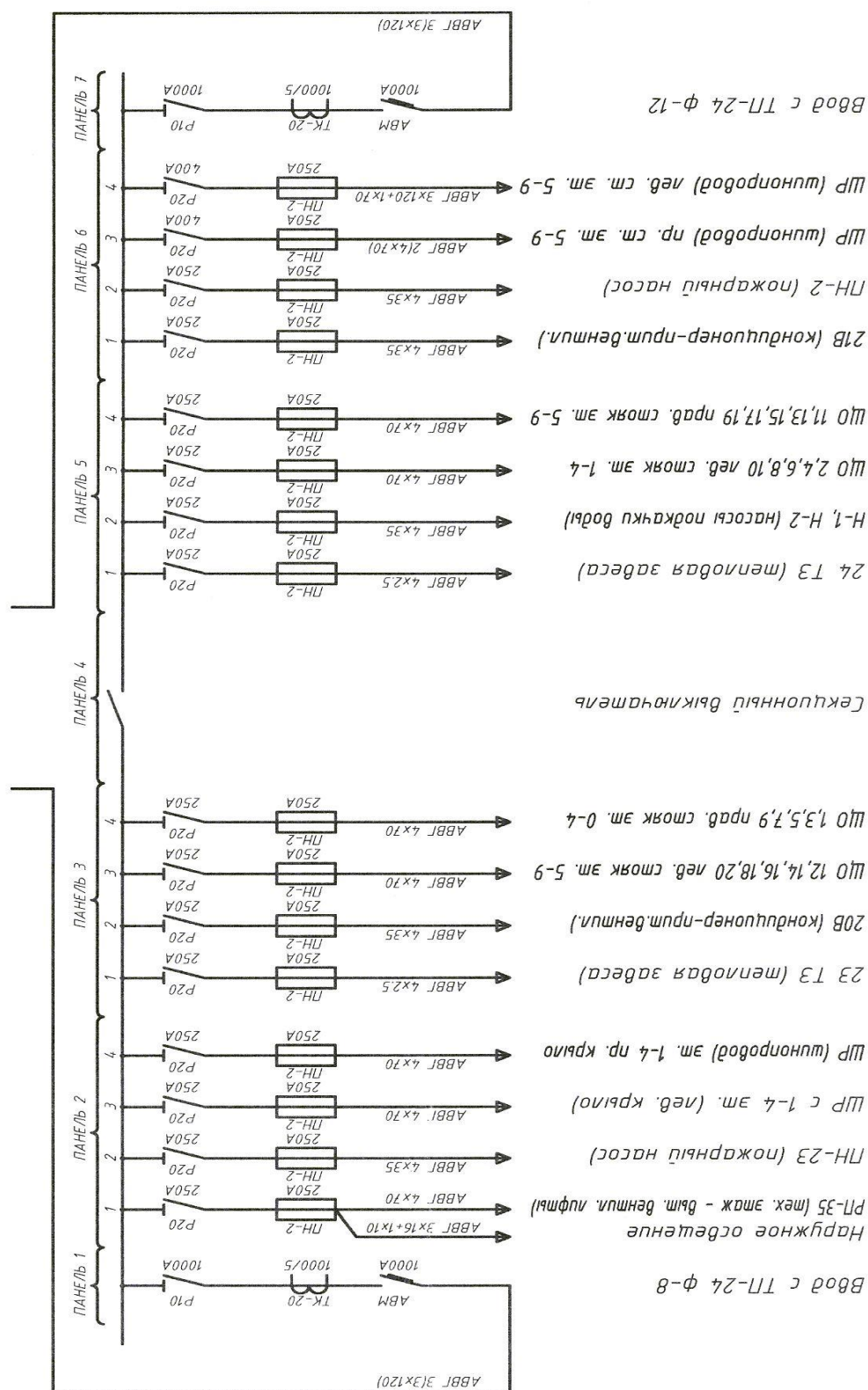
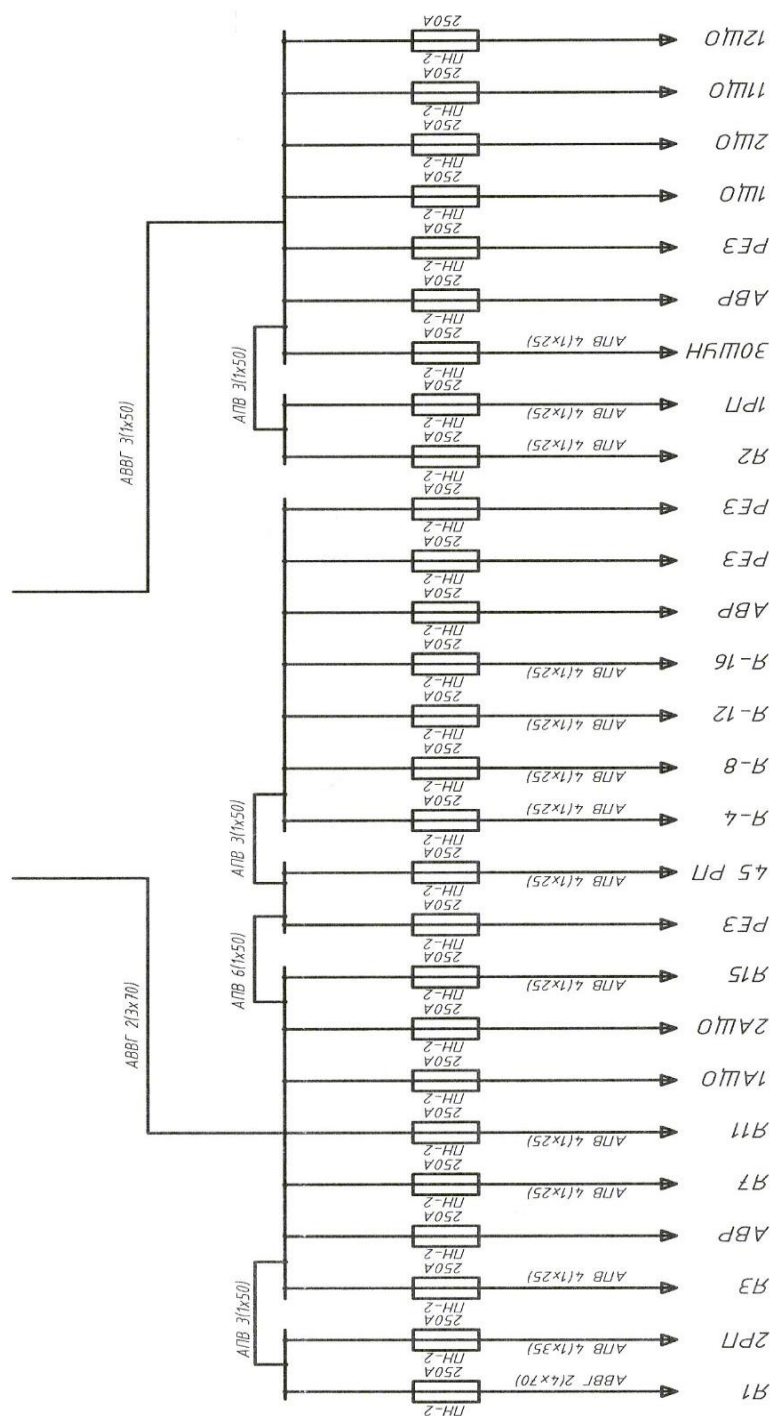


Рисунок 12 – Принципиальная схема внешнего электроснабжения корпусов

Э ТГУ



AC TГУ

2.4 Анализ системы учета электроэнергии корпусов Э и АС ТГУ

Коммерческий учет электроэнергии ведется двумя индукционными счетчиками активной электроэнергии, установленными на вводах 0,4 кВ трансформаторов ТП-24 и находящихся на балансе МУП ПО КХ. Используются счетчики типа САЗУ-И670 (класс точности 2,0).

На рисунке 14 представлена динамика месячного потребления активной электроэнергии корпусами Э и АС за 2005 год по данным службы главного энергетика ТГУ.

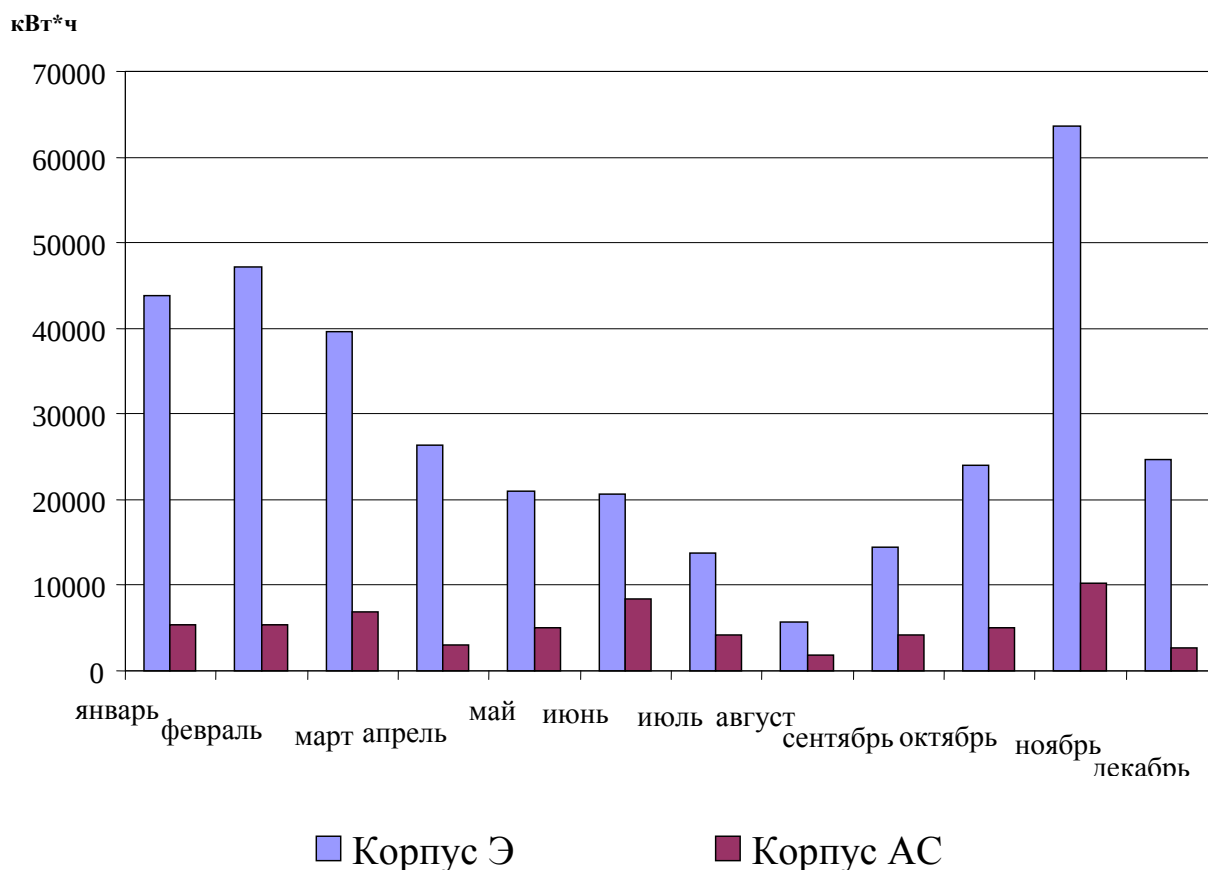


Рисунок 14 – Динамика потребления электроэнергии корпусами Э и АС за 2005 г.

Исходя из рисунков 2.1 и 2.4, данные службы главного энергетика ТГУ по электропотреблению корпусов Э и АС не являются достоверными, т.к. счетчик активной энергии на фидере 1 ТП-24 учитывает электропотребление части электроприемников корпуса АС (освещение части коридоров и нескольких

аудиторий корпуса), а счетчик активной энергии на фидере 2 ТП-24 учитывает суммарное электропотребление корпусов Э и АС.

Технический учет потребления электроэнергии корпусами Э и АС не ведется. Для технического учета электроэнергии целесообразно установить электронные счетчики в щитовых корпусов Э и АС, что позволит автоматизировать учет потребления электроэнергии, а наличие интерфейса связи – эффективно работать в составе АСКУЭ всего университета.

2.5 Установленная мощность электроприемников

Суммарная установленная мощность электроприемников (без освещения) – 1106,939 кВт; с освещением – 1360,699 кВт, в т.ч.:

корпус Э (без освещения) – 494,732 кВт;

корпус Э (с освещением) – 640,632 кВт;

корпус АС (без освещения) – 612,207 кВт;

корпус АС (с освещением) – 720,067 кВт.

Направления использования установленных мощностей электроприемников (ЭП) корпусов Э и АС приведены в форме 14 энергетического паспорта. Для наглядности на рисунках 2.5 и 2.6. приведены диаграммы по направлениям использования установленных мощностей ЭП корпусов.

Как видно из диаграмм, в корпусе Э наибольшая доля приходится на лабораторные установки (28%), на внутреннее освещение приходится 23%, к следующим весовым категориям можно отнести ПЭВМ – 16%, электронагревательные приборы – 13% от суммарной установленной мощности корпуса.

В корпусе АС наибольшая доля приходится на электронагревательные приборы – 33%, на ПЭВМ приходится 17%, на освещение 15% от суммарной установленной мощности корпуса.

Остальные категории электроприемников не превышают 10% каждая.

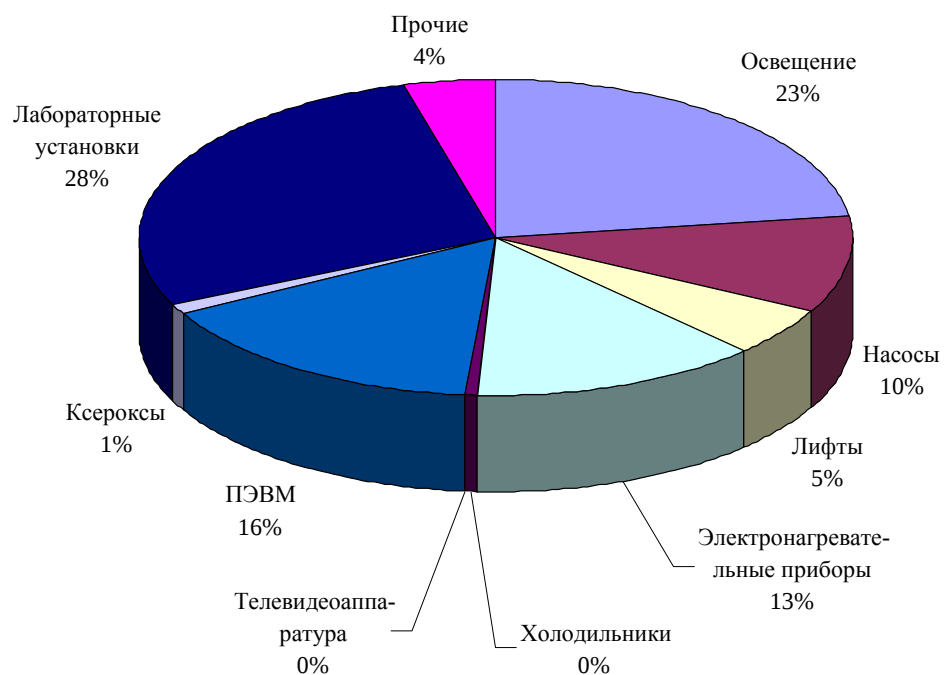


Рисунок 15 - Установленная мощность электроприемников по направлениям использования в учебном корпусе Э

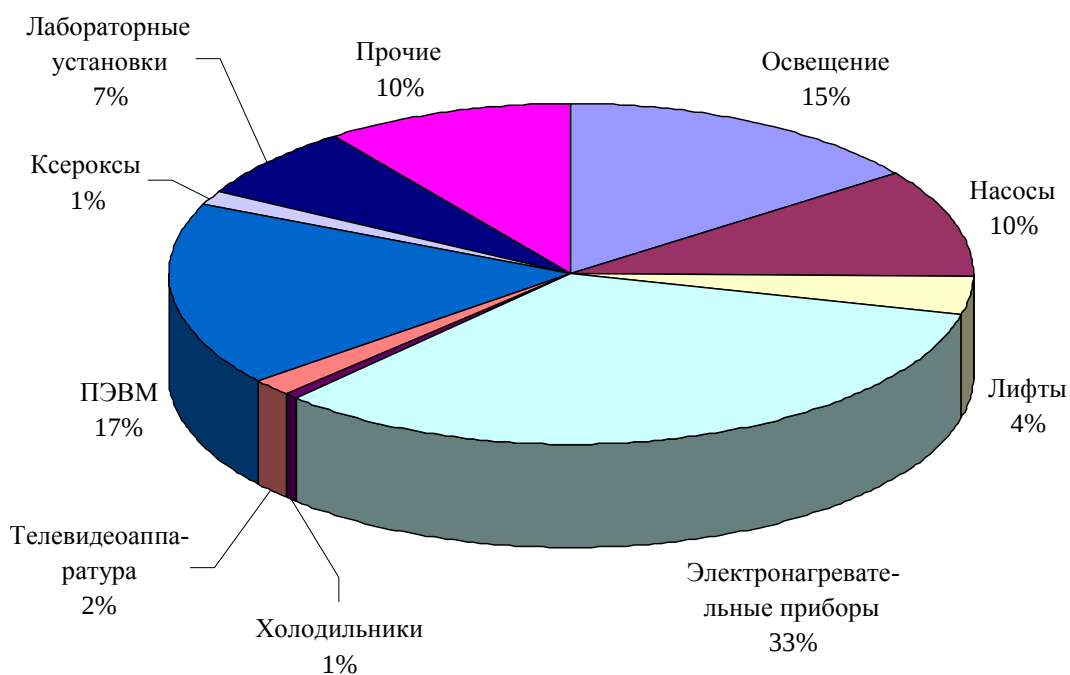


Рисунок 16 - Установленная мощность электроприемников по направлениям использования в учебном корпусе АС

2.6 Анализ электропотребления

Структура установленных мощностей позволяет перейти к определению расчетно-нормативного потребления электрической энергии по направлениям использования корпусов Э и АС с учетом коэффициентов использования (рисунках 15 и 16).

Диаграммы показывают, что в корпусе Э наибольшая доля электропотребления приходится на осветительные установки – 41%, на лифтовое оборудование приходится 17%, на ПЭВМ – 13%, на электронагревательные приборы - 8%. В корпусе АС наибольшая доля электропотребления также приходится на осветительные установки – 29%, на ПЭВМ и электронагревательные приборы приходятся примерно одинаковые доли (18% и 16% соответственно), на лифтовое оборудование – 12% от общего электропотребления.

В таблице 13. приведено расчетное электропотребление и расчетные финансовые затраты по наиболее значимым группам электроприемников корпусов Э и АС.

Таблица 13 – Расчетное электропотребление и финансовые затраты по группам электроприемников

Наименование электроприемников	Корпус Э		Корпус АС	
	Расчетное электропотребление, кВт · час	Расчетные финансовые затраты, руб. в год	Расчетное электропотребление, кВт · час	Расчетные финансовые затраты, руб. в год
Лабораторные установки	7718	11839	2757	4229
Электроприемники буфета	17933	27509	21988	33730
Типография	-	-	29561	45347
Электрорадиаторы, тепловые пушки	15190	23301	52275	80191
Кондиционеры	11827	18143	18464	28324
Электробытовые приборы	26976	41381	56842	87196

Очевидно, что требуется оптимизация структуры электропотребления корпусов и рациональное использование электроэнергии. Только на дополнительный обогрев корпусов финансовые затраты составляют свыше 100 тыс. рублей в год

В форме 11 энергетического паспорта при составлении баланса потребления электроэнергии расчетно-нормативное потребление согласовано с реальным электропотреблением корпусов Э и АС.



Рисунок 17 - Баланс потребления электроэнергии в корпусе Э



Рисунок 18 - Баланс потребления электроэнергии в корпусе АС

2.7 Анализ системы внутреннего освещения

В таблицах 14 и 15 представлено обследование систем внутреннего освещения корпусов Э и АС.

Система внутреннего освещения корпусов Э и АС ТГУ выполнена светильниками ЛПО, ЛСПО, АРС с лампами ЛБ и ЛД мощностью 40 Вт, ТЛД мощностью 58 Вт, ЛБ 18 Вт и лампами ЛН.

В настоящее время в корпусах находится более 80% осветительных установок, смонтированных по устаревшим нормативным документам, которые не могут обеспечить требуемый уровень показателей освещенности. Техническое состояние искусственного освещения корпусов с точки зрения санитарно-технической, экологической, эстетической, электропожаробезопасной эксплуатации и обеспечения эвакуации людей

следует оценивать как критическое.

В аудиториях число неработающих ламп составляет от 10 до 50%, а число светильников без штатных рассеивателей составляет более 50%. В лекционных аудиториях отсутствуют светильники для освещения досок. В коридорах и на лестничных маршах число горящих ламп составляет до 50 %. Это не допустимо по требованиям обеспечения экстренной эвакуации людей.

Неудовлетворительными являются также внешний вид осветительных устройств: применение разных по цветности люминесцентных ламп, отсутствие рассеивателей, запыленные и загрязненные светильники.

Таким образом, требования действующих норм не выполняются ни по уровню освещенности, ни по качеству освещения (неравномерность, шум, пульсации освещенности).

Для оценки эффективности систем освещения корпуса Э было проведено визуальное обследование административных помещений и учебных аудиторий корпусов. В таблице 14 приведены результаты замеров освещенности помещений корпуса Э. Измерения производились с 24.10.05 по 3.11.05 в дневное (12.00) и вечернее время (19.00) с учетом перевода на зимнее время цифровым измерителем освещенности (люксметром) типа ETI 1310. Измерения освещенности в корпусах Э и АС проводились согласно рекомендациям [20].

Таблица 14 - Результаты измерений освещенности корпуса Э ТГУ

№ п/ п	Наименование объекта	Номер помещения	Назначение помещения	Контрольные точки 12.00/19.00		Примечание
				Е ₁ , лк (рабоч ие столы, парты)	Е ₂ , лк (в средне й части доски)	
1	Корпус Э	204	лаборатория	291/282	250/224	
2		212	лекц. аудитория	302/289	250/192	
3		407	преподавательская	245/250		
4		510	лаборатория	248/252	204/183	
5		611	лекц. аудитория	301/280	211/165	
6		903	деканат	245/251		
7		коридор 2- го этажа		52		35% не работает
8		коридор 5- го этажа		61		30% не работает
9		холл главного входа		56		40% не работает
10		Лестн.прол ет (левое крыло)		45		50% не работает
11		Лестн.прол ет (правое крыло)		39		40% не работает

Продолжение таблицы 14

№ п/ п	Наименование объекта	Номер помещения	Назначение помещения	Контрольные точки 12.00/19.00		Примечание
				Е ₁ , лк (рабоч ие столы, парты)	Е ₂ , лк (в средне й части доски)	
1	Корпус АС	302	лаборатория	289/330	250/267	
2		303	лаборатория	270/215	210/174	
3		306	преподавательская	303/420		
4		402	лекц. аудитория	291/350	242/251	
5		403	лекц. аудитория	281/230	215/158	
6		коридор 3-го этажа		59		

2.8 Инструментальные обследования системы электроснабжения корпусов Э и АС

Инструментальные обследования применяются для восполнения отсутствующей информации, которая необходима для оценки эффективности энергоиспользования. При инструментальных обследованиях системы электроснабжения корпусов Э и АС были зарегистрированы графики нагрузок по току $I(t)$ по фазам А, В, С на вводах каждого корпуса, графики изменения фазных напряжений $U(t)$, а также выполнен гармонический анализ кривых напряжения и тока. Для измерений использовался анализатор количества и качества электроэнергии AR.5M. Замеры проводились для корпуса Э 17.01.2006 (вторник), для корпуса АС на вводе 1 – 24.01.2006 (вторник), на вводе 2 – 26.01.2006 (четверг).

Кривые изменения токов и напряжений на вводах корпусов представлены на рисунках 19 - 20.

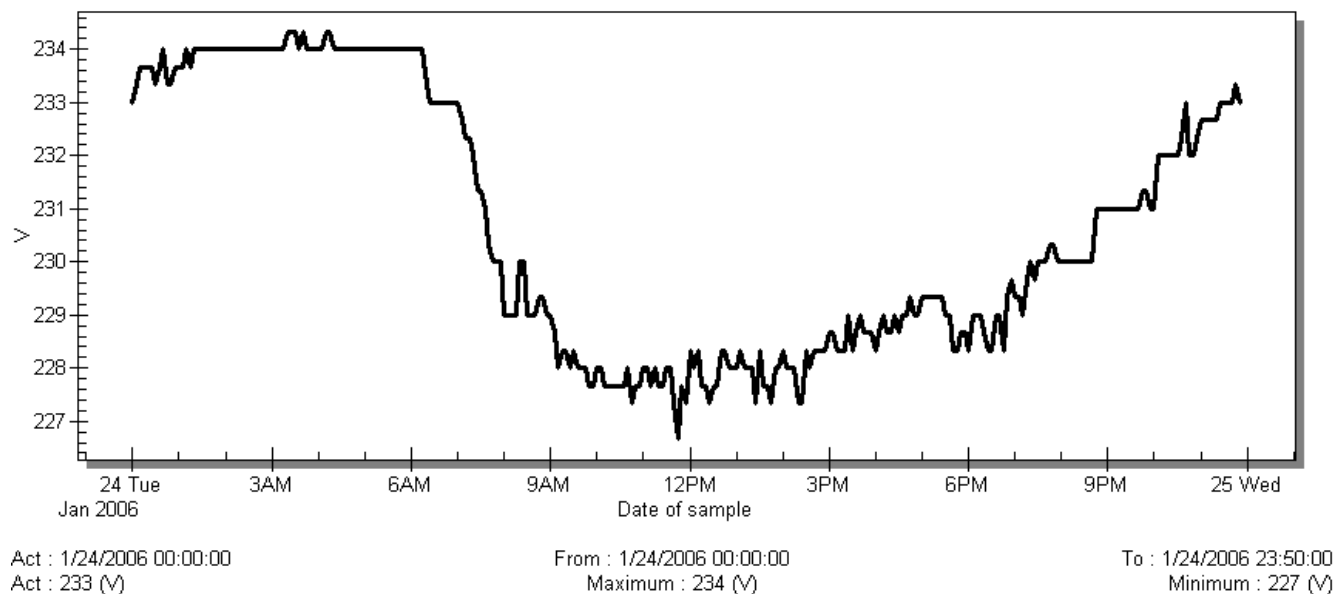


Рисунок 19 - График изменения фазного напряжения на вводе 1 корпуса АС

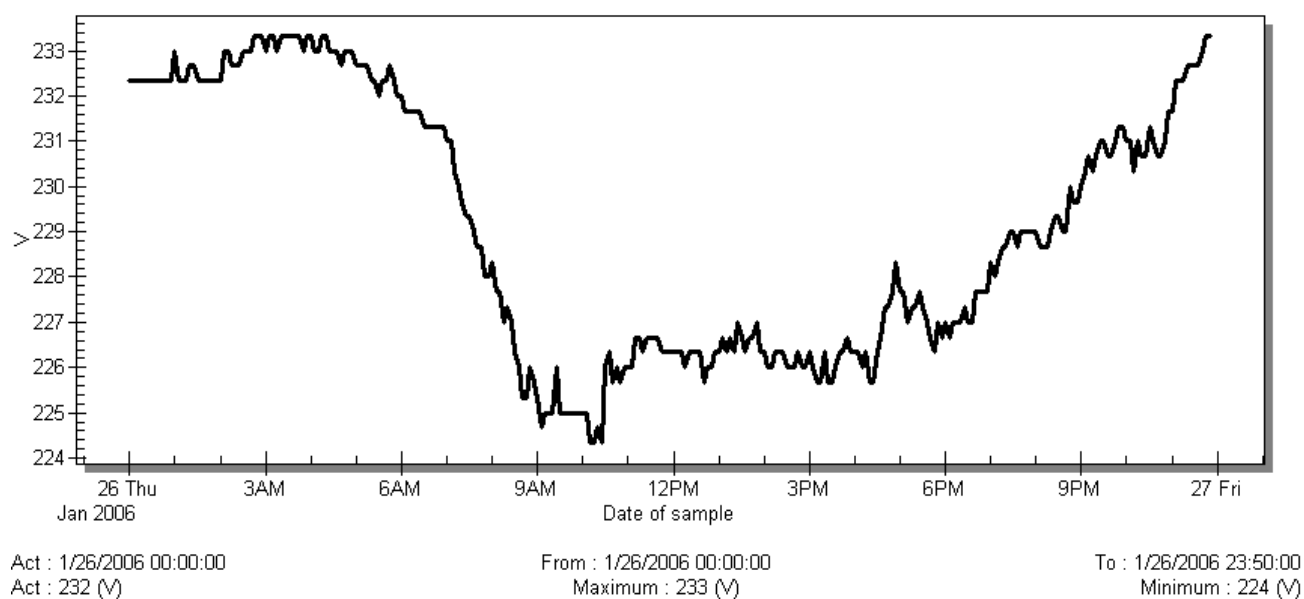


Рисунок 20 - График изменения фазного напряжения на вводе 2 корпуса АС

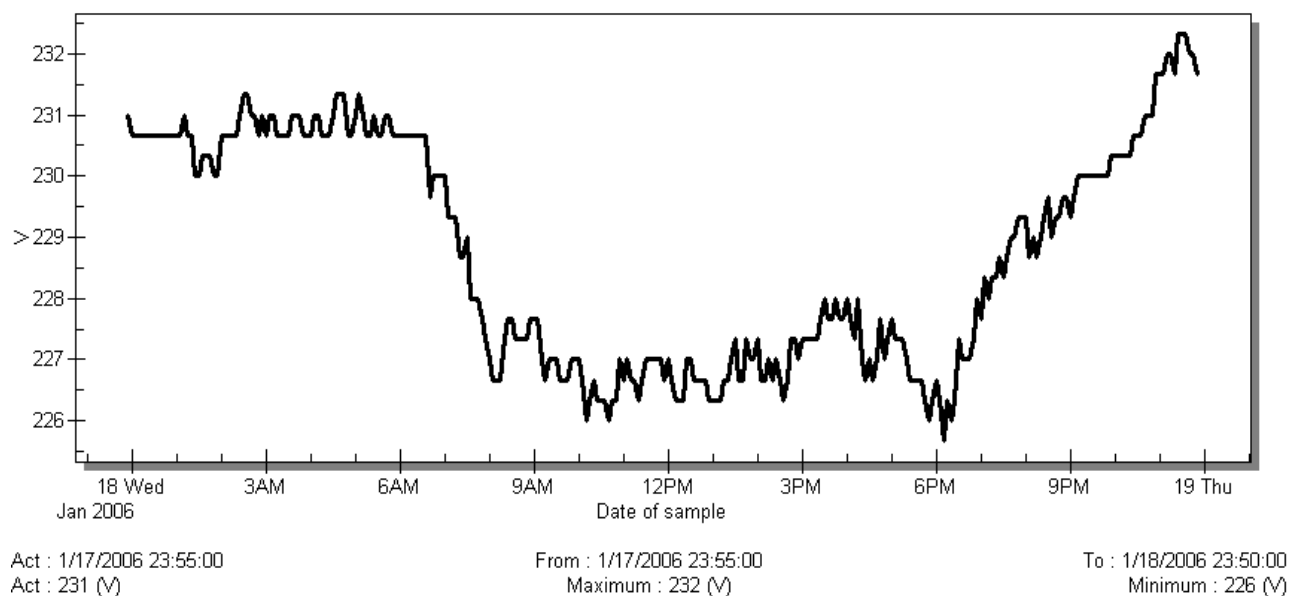


Рисунок 21- График изменения фазного напряжения на вводе корпуса Э

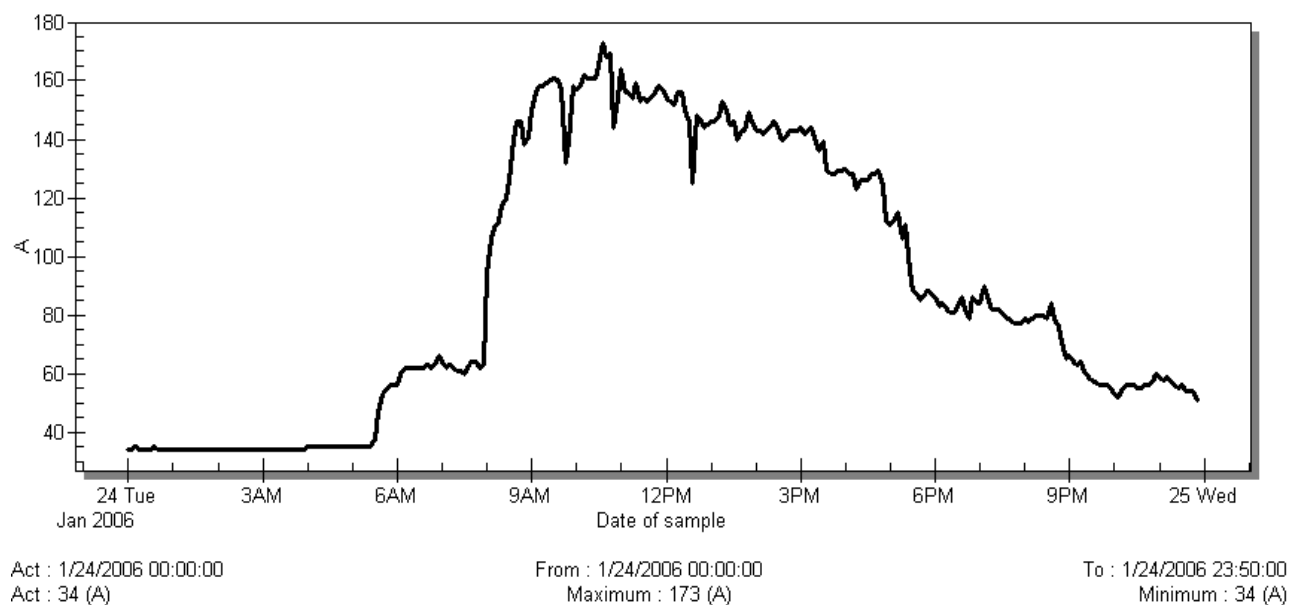


Рисунок. 22 - График изменения тока в фазе А на вводе 1 корпуса АС

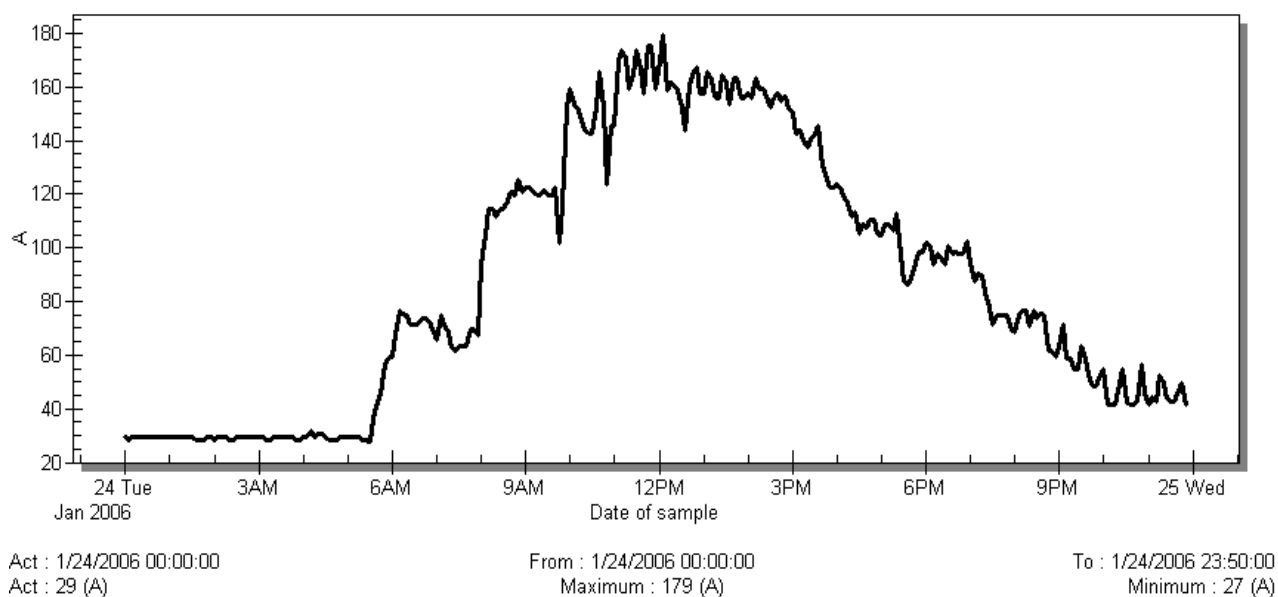


Рисунок 23- График изменения тока в фазе В на вводе 1 корпуса АС

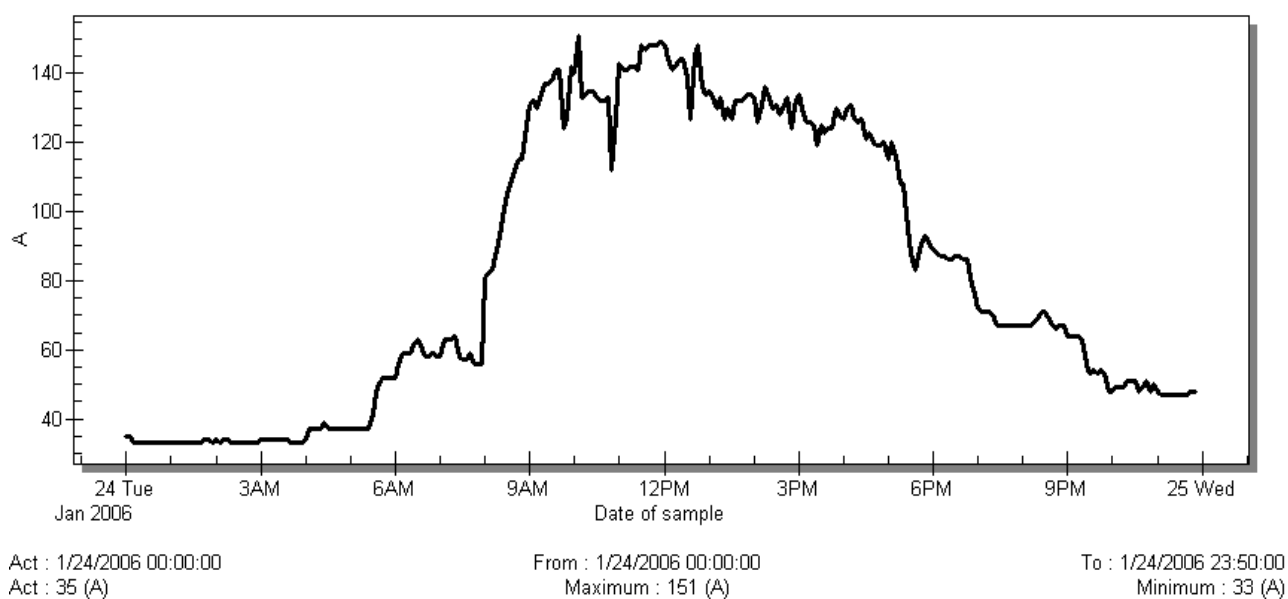


Рисунок 24- График изменения тока в фазе С на вводе 1 корпуса АС

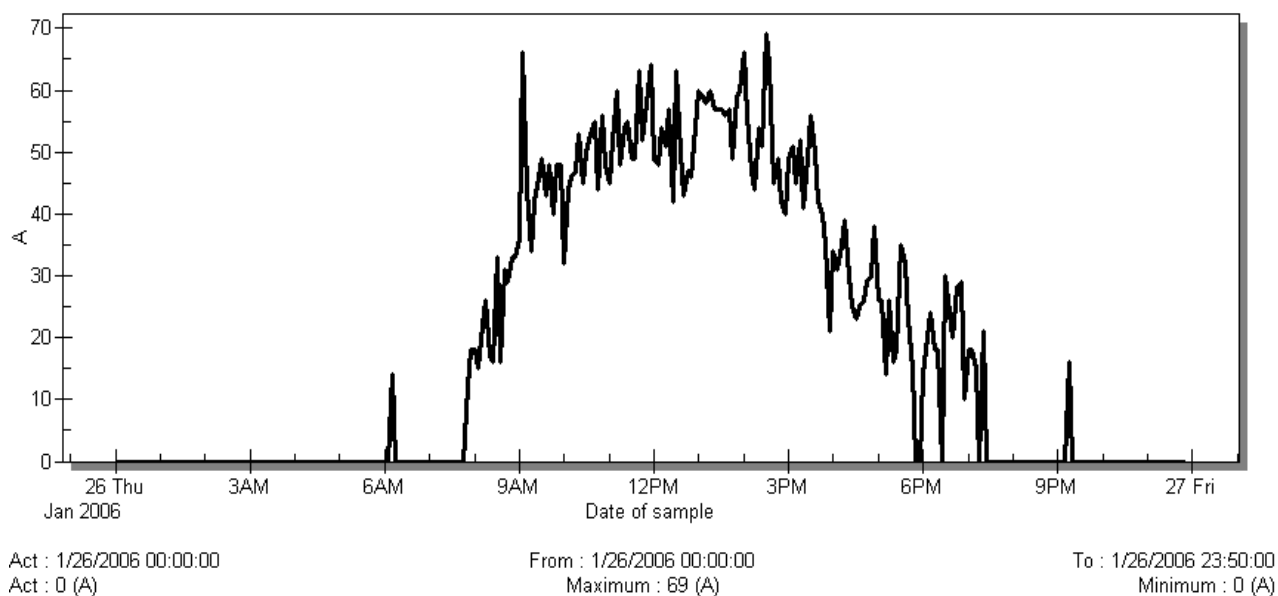


Рисунок 25 - График изменения тока в фазе А на вводе 2 корпуса АС

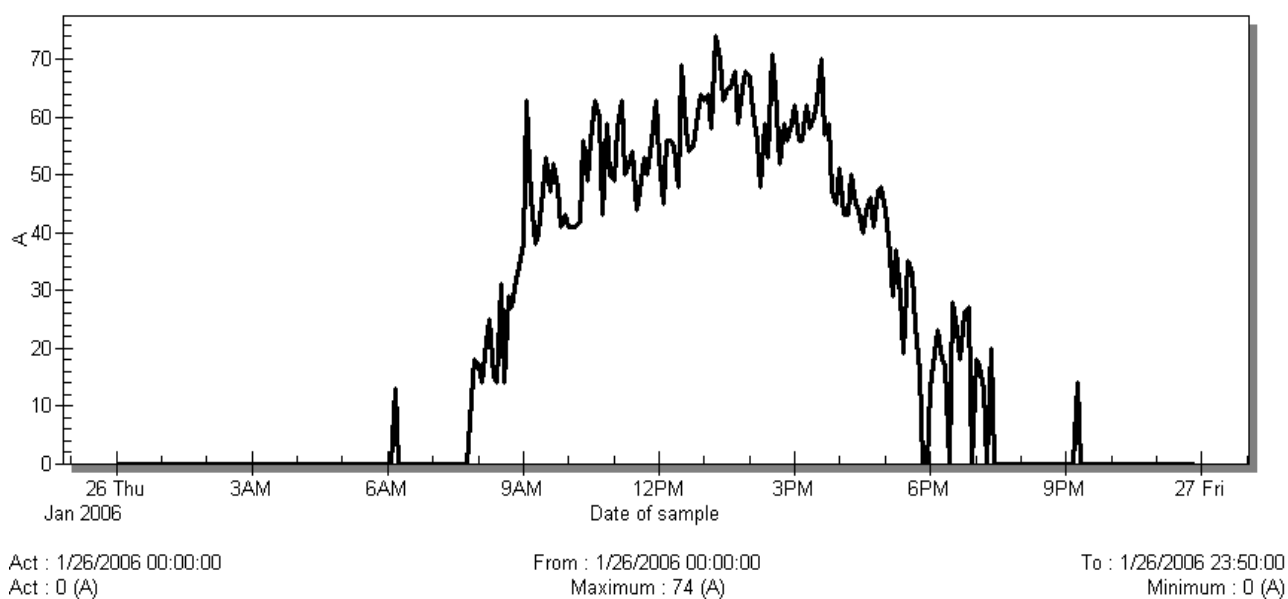


Рисунок 26 - График изменения тока в фазе В на вводе 2 корпуса АС

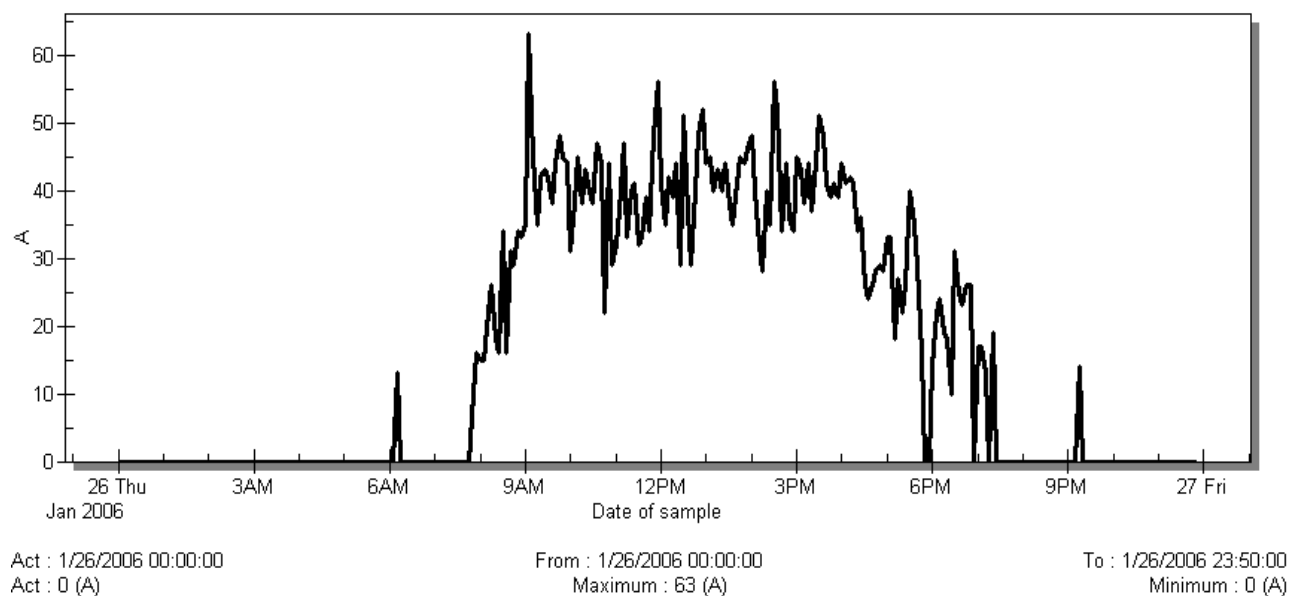


Рисунок 27 - График изменения тока в фазе С на вводе 2 корпуса АС

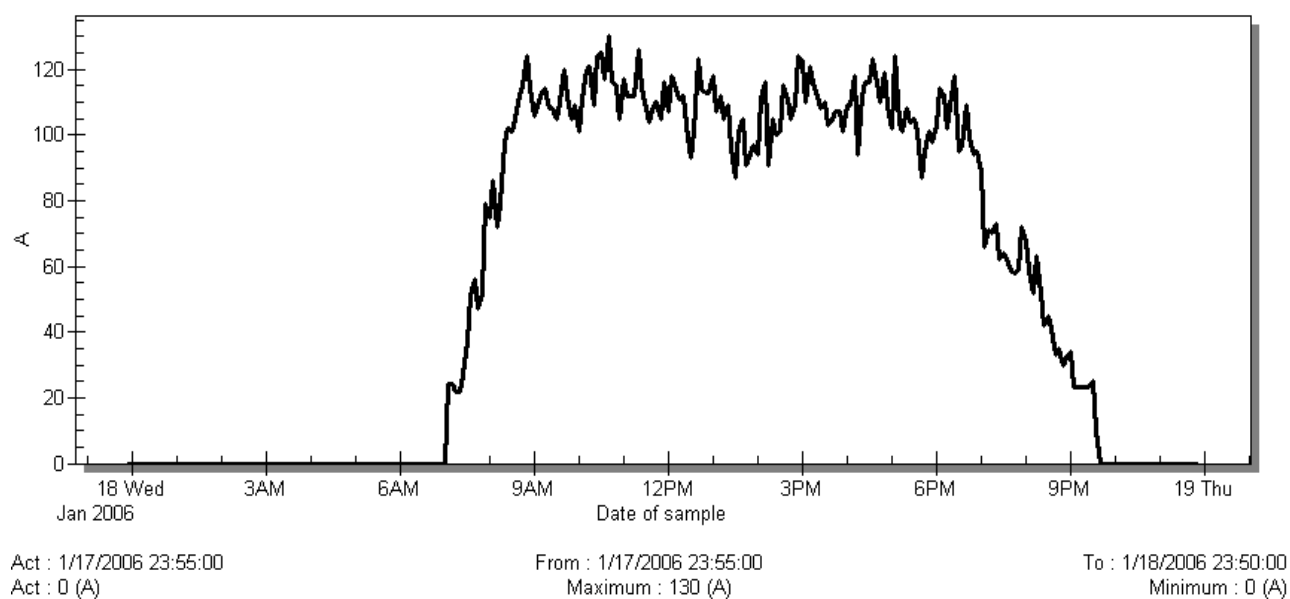


Рисунок 28 - График изменения тока в фазе А корпуса Э

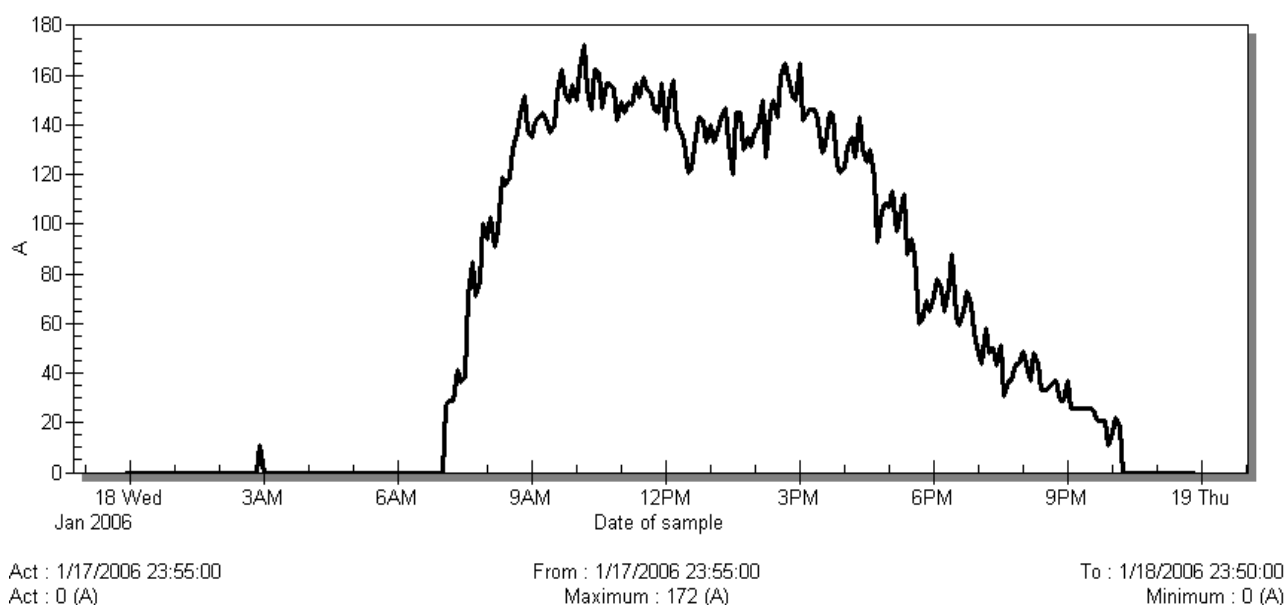


Рисунок 29 - График изменения тока в фазе В корпуса Э

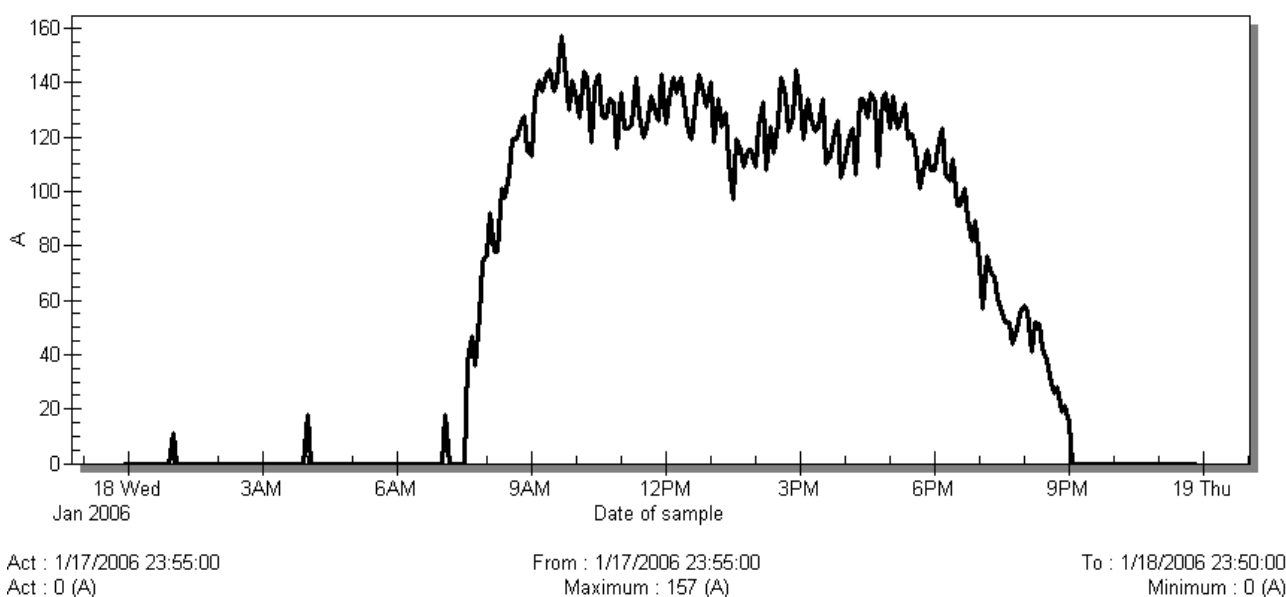


Рисунок 30 - График изменения тока в фазе С корпуса Э

Из приведенных кривых видно, что распределение нагрузки в корпусах Э и АС по фазам А, В и С неравномерно. Исходя из графика изменения тока в фазах А, В, С на вводе 1 корпуса АС, зарегистрированного анализатором AR.5М в течение суток 24.01.2006 (рисунках 22 – 24) видно, что в корпусе АС имеется постоянное потребление тока в каждой фазе 30 А, что составляет примерно 20

кВт потребляемой мощности или 175200 кВт·час в год (268 756,8 руб. в год).

Результаты инструментальных обследований Э и АС приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Результаты инструментальных обследований корпусов Э и АС

Точка замера	Максимальное значение тока по фазам, А			Максимальное/минимальное значение фазного напряжения, В	$K_U, \%$ (макс/мин значение)	$K_I, \%$ (макс/мин значение)
	А	В	С			
Ввод корпуса Э (17.01.2006)	13 0	17 0	15 0	231/226	3,6/3,4	18,1/8,2
Ввод 1 корпуса АС (24.01.2006)	17 0	18 0	15 0	234/226		
Ввод 2 корпуса АС (26.01.2006)	70	75	65	233/224	3,5/2,2	3,5/2,3
Итого по корпусу АС	24 0	25 5	21 5			

Получаемая потребителями электрическая энергия должна соответствовать показателям качества согласно ГОСТ 13109-97 [7] .

По полученным замерам получено, отклонения напряжения на вводах корпусов не превышают $\pm 10\%$ от $U_{НОМ}$ в течение суток измерения, причем 95% времени суток отклонения напряжения находятся в пределах $\pm 5\%$ от $U_{НОМ}$, что соответствует ГОСТ 13109-97. Причем следует отметить, что фазное напряжение всегда превышает номинальное 220 В, что приводит к сокращению срока службы электроприемников корпусов.

На рисунках 31 и 32 приведены формы кривых фазных напряжений и токов, а также результаты расчетов коэффициентов искажения кривой напряжения K_U и тока K_I .

Максимальное значение коэффициента искажения кривой напряжения не превышает допустимого значения 8% для сетей 0,4 кВ, что соответствует ГОСТ 13109-97.

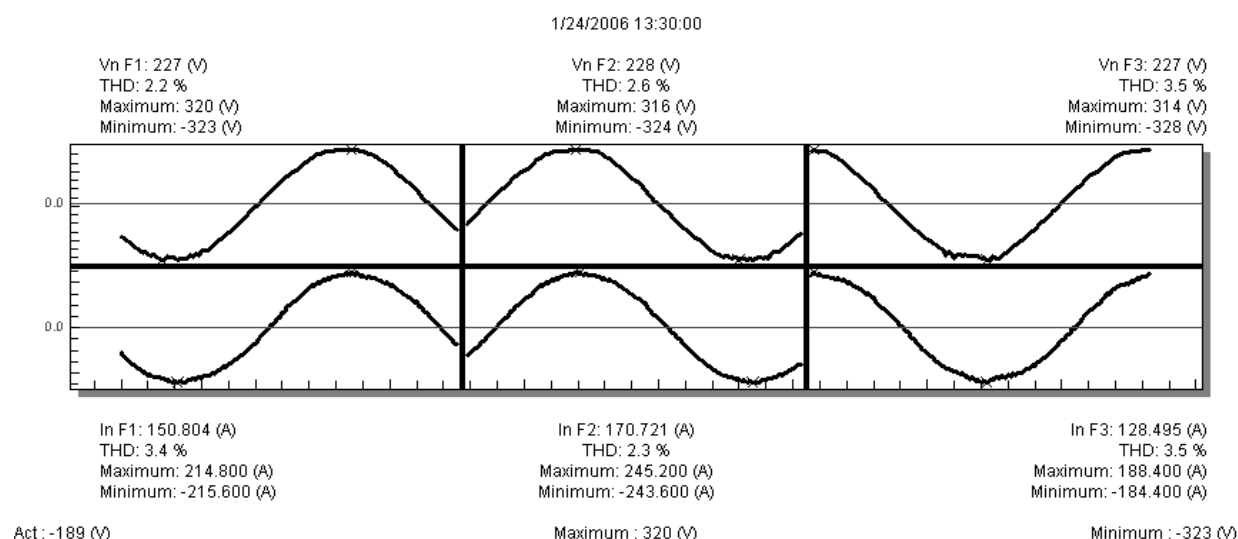


Рисунок 31- Формы кривых фазных напряжений и токов на вводе 2 корпуса АС

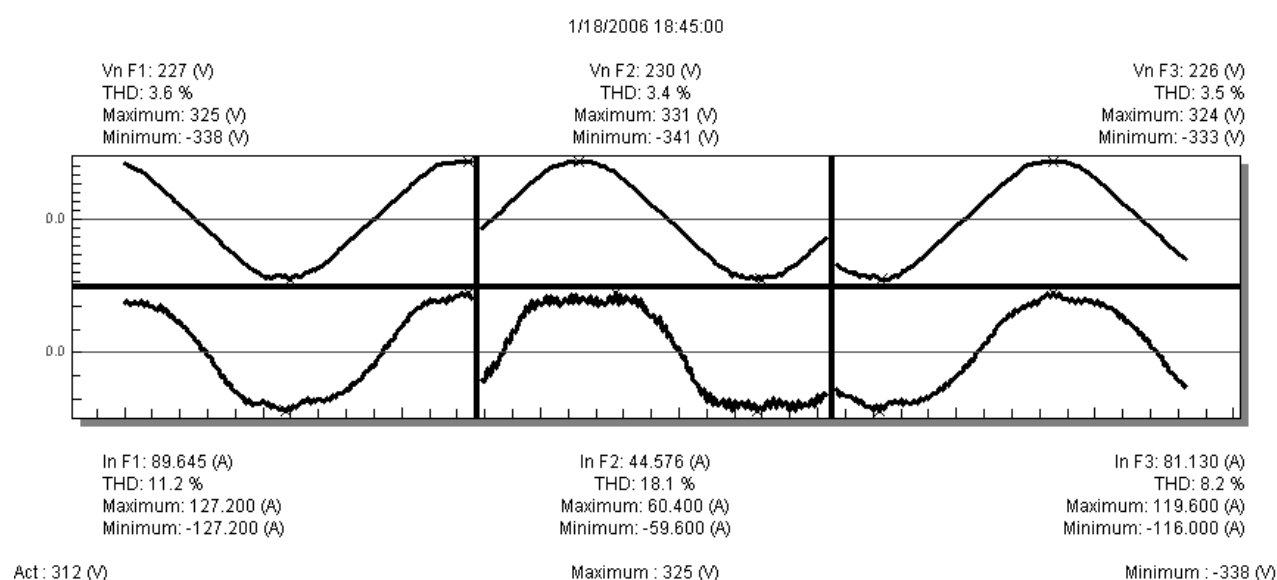


Рисунок 32 - Формы кривых фазных напряжений и токов корпуса Э

2.9 Организация мониторинга энергопотребления

Для организации мониторинга энергопотребления необходим оперативный сбор информации о потреблении энергоресурсов в университете. Для получения достоверной и своевременной информации необходима разработка системы компьютерного сбора информации по всем объектам учета. Система сбора информации может быть оформлена в виде компьютерной версии энергетического паспорта ТГУ (рисунке 5.1). Работа системы в режиме реального времени позволила бы контролировать текущий расход тепловой и электрической энергии.

Потребление электрической энергии дает необходимую информацию о режиме использования помещений (рисунках 2.12 – 2.20). В то же время имеющийся режим использования помещений позволит осуществлять недельное и суточное регулирование подвода тепловой энергии в здание. Реализация алгоритмов суточного недельного регулирования теплопотребления позволит по оценкам специалистов сэкономить 25-30% средств на оплату тепловой энергии.

Реализация этих мероприятий требует решения следующих технических задач:

- установка на вводах в здания узлов коммерческого учета тепловой энергии;
- установка в тепловых пунктах зданий систем автоматического регулирования потребления тепловой энергии;
- установка в щитовых зданий электронных счетчиков электроэнергии;
- разработка компьютерной версии энергетического паспорта.

3 Предложения по энергосбережению

3.1 Система электроснабжения

3.1.1 Реконструкция систем внутреннего освещения корпусов

При рассмотрении действующей системы освещения корпусов Э и АС был разработан комплекс мероприятий направленный на ее оптимизацию.

Предлагаются следующие мероприятия:

- замена существующих устаревших светильников с люминесцентными лампами на новые светодиодные светильники

- организация регулярного обслуживания всех светильников (чистка) позволяющая поддерживать светотехнические характеристики установок в оптимальных пределах.

Светодиодные светильники имеют следующие преимущества:

- светильник имеет повышенную светоотдачу благодаря работе люминесцентных источников света на повышенной частоте;
- низкие активные потери энергии;
- отсутствия мерцания;
- не требуется обслуживания светильника, т.к. не требуется замены ламп;
- отсутствует утилизация ламп;
- повышение срока службы диодов в 10 раз благодаря режиму стабилизации напряжения;
- снижение потребления электроэнергии на 25-30% по сравнению со светильниками, оснащенными электромагнитными ПРА;
- гарантированное время включения составляет 0,5-1 сек.;
- свечение диодов не мигающее, не утомляет зрение при длительной нагрузке (рабочая частота 25-30 кГц);
- отсутствие стробоскопического эффекта;
- пригодность светильников со светодиодами к эксплуатации с сетью постоянного напряжения 200-250 В постоянного тока в резервных (аварийных)

установках;

- небольшие массогабаритные показатели (масса не более 200 г);
- защита от короткого замыкания;
- стабилизация потребляемой мощности при отклонениях напряжения сети.

Технические характеристики светодиодных светильников приведены в таблице 16.

Таблица 16 - Технические характеристики светодиодных светильников

Параметр	Значение
Номинальное напряжение сети, В	220
Диапазон питающего напряжения, В	170-250
Рабочая частота, кГц	35
Коэффициент мощности	Не менее 0,9

3.2 Организация системы учета электроэнергии корпусов Э и АС

Для достоверного коммерческого учета и организации технического учета электроэнергии в ТГУ целесообразна установка АСКУЭ, что позволит внедрить автоматизированный контроль и учет электроэнергии, улучшить вопросы руководства и планирования потребления электроэнергией в ТГУ [30].

Для организации технического учета электроэнергии корпусов Э и АС требуется установка 4 электронных счетчиков активной электроэнергии в щитовых корпусах, что позволит определить долю каждого указанного потребителя электроэнергии. Затраты составят $2 \times 4 = 8$ тыс. руб.

Для организации коммерческого учета – работы в составе АСКУЭ университета необходимы электронные счетчики с интерфейсом связи, установленные на границе балансового раздела по согласованию с энергоснабжающей организацией. Ориентировочная стоимость 1 электронного счетчика с интерфейсом связи – 15 тыс. руб., АСКУЭ университета – 500 тыс. руб.

Организация технического и коммерческого учета позволит осуществить

целевой мониторинг электропотребления корпусов и более точно обосновывать заявленный лимит. По опыту вузов РФ организованный целевой мониторинг позволяет ежегодно экономить 5-10% финансовых затрат на электроэнергию за счет анализа результатов мониторинга и разработки предложений по снижению электропотребления.

5% - это 20355 кВт*час только для корпусов Э и АС или 31224,57 руб. в год (по тарифу 1,3 руб. с учетом НДС).

Заключение

В диссертационной работе проведен анализ основных технологических параметров, влияющих на потребление энергоресурсов объекта, анализ структуры финансовых затрат на энергоносители и разработаны предложения по экономии энергоресурсов.

Рассмотрена действующая система освещения объектов, разработан комплекс мероприятий, направленный на ее оптимизацию.

Проведение энергетического обследования объекта позволило решить следующие задачи энергопотребления: оценить фактическое состояние энергоиспользования, выявить причины неэффективного использования топлива и энергии, финансовые результаты на их оплату и разработать мероприятия по устранению сверхнормативных потерь.

Список использованной литературы

1. Об электроэнергетике : Федеральный закон от 26 марта 2003 года №35-ФЗ (с изменениями на 6 декабря 2011 года).
2. Правила устройства электроустановок : издание 7-е, перераб. и доп. – М. : Энергосервис, 2003.
3. Об утверждении областной целевой программы развития малой энергетики в Самарской области на 2006-2015 годы : Закон Самарской области №2012 от 13.12.2005.
4. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 29.12.2014).
5. Шаповалов, С. В. Энергосбережение и энергосберегающие технологии : учеб. пособие / С. В. Шаповалов, О. В. Самолина, Н. А. Шаповалова ; ТГУ ; Ин-т энергетики и электротехники; каф. "Электроснабжение и электротехника". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2012. - 98 с.
6. Правила применения цен (тарифов), определения стоимости электрической энергии (мощности), реализуемой на розничных рынках по регулируемым ценам (тарифам), оплаты отклонений фактических объемов потребления электрической энергии (мощности) от договорных, а также возмещения расходов в связи с изменением договорного объема потребления электрической энергии (мощности) на территориях, не объединенных в ценовые зоны оптового рынка : Приказ Федеральной службы по тарифам от 30 ноября 2010 года N 364-э/4.
7. ГОСТ 30494-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 1996-12-01. – М. : Стандартинформ, 1996.
8. ГОСТ Р 53174-2008. Установки электрогенераторные с дизельными и газовыми двигателями внутреннего сгорания. Общие технические условия. – Введ. 2008-12-18. – М. : Стандартинформ, 2009.

9. СП 41-104-2000. Проектирование автономных источников теплоснабжения. – Введ. 2000- 16- 08. – М. : Стандартинформ, 2000.
10. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением № 2).
11. СП 89.13330 (проект, первая редакция). Котельные. Актуализированная редакция СП 89.13330.2012 «Котельные установки».
12. СНиП 41-01-2003. Отопление вентиляция и кондиционирование/ Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1992. –70 с.
13. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
14. СП 124.13330.2012. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети. - Утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 30 июня 2012 г. № 280.
15. Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения – Утв. Госстроем России 12.08.2003.
16. О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии : Постановление Правительства РФ от 4 мая 2012 года №442.
17. Алексеев, Е. В. Моделирование систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е. В. Алексеев, В. Б. Викулина, П. Д. Викулин. - Москва : МГСУ : ЭБС АСВ, 2015. - 123 с.
18. Атрощенко, В.А. О системе управления автономной электростанцией / В.А. Атрощенко, Н.Д. Чигликова, В.Н. Клишин // Промышленная энергетика. – 2008. – №10. – С. 11 – 12.
19. Безруких, П.П. Возобновляемая энергетика: стратегия, ресурсы, технологии / П.П. Безруких, Д.С. Стребков. – М. : МЭИ, 2014.
20. Вахнина, В. В. Проектирование осветительных установок : учеб. пособие / В. В. Вахнина, О. В. Самолина, А. Н. Черненко ; ТГУ ; каф.

- "Электроснабжение и электротехника". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2008. - 90с. : ил. - Библиогр.: с. 89. - Прил.: с. 63-88.
21. Гужов, Н. П. Системы электроснабжения : учеб. пособие по напр. подгот. 140400 "Электроэнергетика и электротехника" / Н. П. Гужов, В. Я. Ольховский, Д. П. Павлюченко. - Ростов н/Д : Феникс, 2011. - 382 с.
22. Дьяков, А.Ф. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А. Ф. Дьяков [и др.] ; под ред. А. Ф. Дьякова. - Гриф УМО. - Москва : МЭИ, 2011. - 455 с.
23. Карташов, И.И. Управление качеством электроэнергии : [учеб. пособие] / И. И. Карташев [и др.]; [под ред. Ю. В. Шарова]. - М. : Изд. дом МЭИ, 2006. - 319 с.
24. Кудрин, Б. И. Электроснабжение : учеб. для студентов вузов, обуч. по направлению подгот. "Электроэнергетика и электротехника" / Б. И. Кудрин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Академия, 2012. - 351 с.
25. Кужеков, С. Л. Практическое пособие по электрическим сетям и электрооборудованию / С. Л. Кужеков, С. В. Гончаров. - Изд. 4-е, доп. и перераб. - Ростов н/Д : Феникс, 2010. - 492 с.
26. Лебедев, В.И. Расчет и проектирование теплогенерирующих установок систем теплоснабжения / Лебедев В.И., Пермяков Б.А., Хаванов П.А. – М.: Стройиздат, 2002. – 360 с.
27. Лукутин, Б.В. Автономное электроснабжение от микрогидроэлектростанций / Б.В. Лукутин, С.Г. Обухов, Е.Б. Шандарова. – Томск : ТГУ, 2011.
28. Михайлов, А.Г. Малая энергетика России. Классификация, задачи, применение / А.Г. Михайлов, А.Н. Агафонов, В.О. Сайданов. – Новости Электротехники. – 2005. – № 5(35).
29. Мини-ТЭЦ сегодня и завтра : перспективы и будущее / Под ред. А.А. Орлова. – М.: Лань, 2011.

30. Сенько, В. В. Автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии : учеб. пособие / В. В. Сенько ; ТГУ. - 2-е изд. ; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2011. - 47 с.