

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

Институт энергетики и электротехники
(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»
(наименование кафедры)

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(код и наименование направления подготовки)
Энергосбережение и энергоэффективность
(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Коммерческая диспетчеризация потребления энергетических ресурсов Тольяттинского государственного университета

Студент	<u>Р.Л. Мусакаев</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Научный руководитель	<u>Д.А. Кретов</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

Руководитель программы	<u>к.т.н. А.Н. Черненко</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
« _____ »	<u>20</u> _____ Г.	

Допустить к защите

Заведующий кафедрой	<u>д.т.н., профессор В.В. Вахнина</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
« _____ »	<u>20</u> _____ Г.	

Тольятти 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Анализ обобщенной структуры систем учета и диспетчеризации и характеристика объекта автоматизации	8
1.1 Характеристика объекта автоматизации	9
1.2 Структура АСКУЭ учебных заведений	13
1.3 Автоматизированные системы диспетчерского управления и энергоучета	14
1.3.1 Структура и функции диспетчеризации энергопотребления	15
1.3.2 Элементы системы диспетчеризации.....	17
1.4 Вывод по разделу 1	21
2 Проведение энергетического обследования и выбор рационального варианта системы диспетчеризации.....	22
2.1 Автоматизация контроля и учета электропотребления учебного заведения	28
2.1.1 Назначение АИСКУЭн	28
2.1.2 Технические средства	29
2.2 Программное обеспечение	32
2.2.1 Выбор среды передачи данных.....	34
2.2.2 Выбор технологии передачи данных	35
2.2.3 Технология передачи данных GPRS/3G/4G	36
2.3 Структурная схема ПАК.....	38
2.4 Автоматизация контроля и учета энергопотребления	43
2.4.1 Технические средства для учета потребления электрической энергии .	46
2.5 Автоматизация узла учета тепловой энергии	47
2.5.1 Учёт и контроль тепловой энергии	47
2.6 Конечная структура АИСКУЭн.....	49
2.7 Примеры внедрения АИСКУЭн на территории Российской Федерации .	50
2.8 Выводы по разделу 2.....	52

3 Оценка экономической эффективности внедрения системы коммерческой диспетчеризация ТЭР.....	53
3.1 Расчет затрат на ИМР по разработке и внедрению АИСКУЭн	55
3.2 Расчет затрат на ИМР	59
3.3 Вывод по разделу 3	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	71

ВВЕДЕНИЕ

Тольяттинский государственный университет, является одним из крупнейших высших учебных заведений Самарской области, в котором ежегодно обучаются более 10 тыс. человек (студентов), и работают более 1500 сотрудников.

Очевидно, что для организации учебного процесса такого количества студентов, необходимо обладать соответствующей инфраструктурой.

В Тольяттинском государственном университете 19 корпусов, различного назначения, такие как учебные корпуса, административные, научно-исследовательские лаборатории, мастерские, столовая, общежития, и другие корпуса различного назначения. Соответственно, для создания комфортных условий обучения студентов и работы сотрудников университета, необходимо в данных корпусах поддерживать соответствующие климатические условия, отвечающие всем требованиям СНиП.

ТГУ является крупным потребителем энергетических ресурсов, основными из которых являются тепловая энергия в виде горячей воды, электрическая энергия, вода, при этом все энергоресурсы закупаются у сторонних поставщиков и соответственно затраты на покупку энергоресурсов существенные.

В связи с этим, напрашивается вывод, что вопрос эффективного использования энергетических ресурсов является одним из ключевых для данного образовательного учреждения.

В соответствии с Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 18 апреля 2012 г. № 309, высшие учебные заведения обязаны по закону повышать свою энергетическую эффективность за счет сокращения количества потребляемых энергоресурсов, топлива и воды за счет не менее 3% в год [38]. Функция

мониторинга и контроля энергетической эффективности сети учреждений, подведомственных Министерству образования и науки Российской Федерации, осуществляется центрами энергетической эффективности, созданными в федеральных округах Министерства образования и науки Российской Федерации [38].

По состоянию на сегодняшний день, потенциал энергосбережения в высших учебных заведениях Российской Федерации составляет 30 - 40% от существующего (базового) уровня потребления энергетических ресурсов.

Между тем, несмотря на снижение объема потребления энергетических ресурсов в натуральных показателях, фактические показатели деятельности данных учреждений свидетельствуют о стабильном росте затрат на оплату коммунальных услуг, что в первую очередь связано с проводимой государством тарифной политикой [22].

В рамках работы учебного заведения предлагается улучшить показатели энергетической эффективности за счет внедрения системы энергоменеджмента на основе ГОСТ Р ИСО 50001-2012, разработанного на базе международного стандарта ISO 50001:2011.

Необходимо понимать, что максимальная эффективность от внедрения указанного стандарта может быть достигнута только с учетом использования элементов коммерческой диспетчеризации потребления энергоресурсов, внедрения организационных, технических и стимулирующих мероприятий в отношении задействованного в процессе энергосбережения персонала мероприятий и др.

В ходе реализации задачи по анализу теоретических и методических основ систем управления энергосбережением, был произведен подбор и систематизация имеющихся директивных и методических документов, связанных с вопросом управления энергосбережением.

К ключевым можно отнести ФЗ № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...», приказ Министерства образования и науки РФ № 309, «Энергетическую стратегию России на период до 2030 года». Требования ко всем этим процессам отражены не только в международных, но и в утвержденных национальных стандартах в области энергетического менеджмента: ГОСТ Р 57576-2017 (ISO 50002:2014), ГОСТ Р 57577-2017 (ISO 50003:2014), ГОСТ Р 57934-2017 (ISO 50004:2014), ГОСТ Р 57912-2017 (ISO 50006:2014), 57913-2017 (ISO 50015:2014).

Целью данной магистерской работы разработка системы коммерческой диспетчеризации потребления энергетических ресурсов Тольяттинского государственного университета в рамках системы энергетического менеджмента.

Для достижения поставленной в магистерской работе цели необходимо решить следующие задачи:

- 1 Анализ современных систем диспетчеризации, коммерческого и технического учета энергоресурсов.
2. Разработка системы коммерческой диспетчеризации потребления энергетических ресурсов Тольяттинского государственного университета.
3. Техничко-экономический анализ результатов внедрения системы коммерческой диспетчеризации Тольяттинского государственного университета.

Основные положения, выносимые на защиту.

Система коммерческой диспетчеризации потребления энергетических ресурсов Тольяттинского государственного университета в рамках системы энергетического менеджмента.

Новизна магистерской диссертации.

Внедрение системы коммерческой диспетчеризации потребления энергетических ресурсов в Тольяттинском государственном университете.

По теме диссертации опубликовано 3 научные статьи [17, 18, 19].

1. Козуб А.А., Мусакаев Р.Л. Система энергетического менеджмента Тольяттинского государственного университета. Проблемы, цели и новые возможности // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. LVIII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 10(57). с.82.

2. Н.С. Дельчев, М.А. Федоров, А.А. Козуб, Р.Л. Мусакаев. «Энергетическая эффективность в промышленности. Измерение и контроль». Студенческие Дни науки в ТГУ. Научно-практическая конференция (Тольятти, 2-27 апреля 2018 года. Сборник студенческих работ / отв. за вып. С.Х. Петерайтис. – Тольятти. Издательство ТГУ. 2018 год, с.143.

3. М.А. Федоров, Н.С. Дельчев, Р.Л. Мусакаев, А.А. Козуб. «Анализ технических рисков при реализации энергосервисных контрактов». Студенческие Дни науки в ТГУ. Научно-практическая конференция (Тольятти, 2-27 апреля 2018 года. Сборник студенческих работ / отв. за вып. С.Х. Петерайтис. – Тольятти. Издательство ТГУ. 2018 год, с.152.

Структура и объём работы.

Структура: введение, 3 раздела, заключение, список используемой литературы, включающий 35 наименования.

Объем: 75 страниц машинописного текста.

1 Анализ обобщенной структуры систем учета и диспетчеризации и характеристика объекта автоматизации

На сегодняшний день вопрос диспетчеризации и контроля потребления энергоресурсов является очень актуальным, это связано с тем, что в век развития информационных технологий, становятся все более доступными такие технические решения, которые несколько десятилетий назад казались трудно достижимыми или очень финансово затратными.

К таким технологиям также относится диспетчеризация коммерческого учета потребления энергетических ресурсов.

Это связано прежде всего с тем, что появилось множество готовых технических решений, позволяющее внедрять подобные системы в различные сферы производственной, коммунально-бытовой деятельности человека, такие как:

- стационарные измерительные приборы с встроенными микропроцессорными блоком, что позволяет обеспечить преобразование аналогового сигнала в цифровой непосредственно в самом измерительном приборе;

- не дорогие микропроцессорные контроллеры;
- развитие Ethernet технологий;
- развитие LAN технологий;
- развитие беспроводной передачи данных в сетях 3G, LTE;
- развитие микропроцессорных систем;
- развитие программных комплексов, в виде доступных приложений с облачным хранением данных;

- и тд.

Таким образом, внедрение систем диспетчеризации коммерческого учета становится менее затратным и удобным техническим решением. Что позволяет его внедрить в Тольяттинском государственном университете.

1.1 Характеристика объекта автоматизации

Объектом автоматизации диспетчеризации коммерческого учета является Тольяттинский государственный университет, так как в рамках работы учебного заведения планируется улучшить показатели энергетической эффективности за счет внедрения системы энергоменеджмента на основе ГОСТ Р ИСО 50001-2012, разработанного на базе международного стандарта ISO 50001:2011, при этом очевидно, что максимальная эффективность от внедрения указанного стандарта может быть достигнута только с учетом использования элементов коммерческой диспетчеризации потребления энергоресурсов, внедрения организационных, технических и стимулирующих мероприятий в отношении задействованного в процессе энергосбережения персонала мероприятий и др.

В таблице 1 приведем основные данные по учебным корпусам ТГУ

Таблица 1 – Данные по корпусам ТГУ

Наименование корпуса	Назначение	Площадь здания
Главный корпус	Для учебных целей и относится к категории общественных зданий	3719,09 м ²
Корпус «А»	Для учебных целей	2898 м ²
Лабораторный корпус	Производственное назначение (обслуживание и ремонт автомобилей)	1078,704 м ²
Корпус НИЧ Корпус НИЧ	Для лабораторных исследований	1170 м ²
Учебно- спортивный корпус	Относится к категории общественных зданий	1134 м ²
Столовая	Относится к категории зданий общественного питания	1505 м ²
Корпус «Б»	Предназначено для учебных целей	900 м ²
Корпус «Д»	Производственно- лабораторное значение	600 м ²

Продолжение таблицы 1

Лаборатория сейсмических колебаний	Производственное назначение	70 м ²
Корпус «С»	Для учебных целей и относится к категории общественных зданий	2500
Корпус «Э»	Предназначено для учебных целей и относится к категории общественных зданий	2500 м ²
Механические мастерские	Производственное назначение	1344 м ²
Корпус УЛК	Предназначено для учебных целей и относится к категории общественных зданий	642 м ²
Общежитие №1	Жилое здание	900 м ²
Общежитие №2	Жилое здание	900 м ²
Учебный-лабораторный корпус, Королёва, 13	Для учебных целей и относится к категории общественных зданий	560 м ²
Базовая школа Пединститута, Фрунзе, 2Б	Для учебных целей и относится к категории общественных зданий	560 м ²

Во всех корпусах установлены счетчики электрической энергии и воды.

Частично установлены счетчики тепловой энергии. Данные по установленной системе учета в корпусах указаны в таблицах 2-4.

Таблица 2 - Счетчики электрической энергии

Марка	Количество	Класс точности
Меркурий 230	15	1
ЦЭ-6822	18	1
СА4У-И672М	4	2
отсутствует	1	-

Тепловые пункты не все оборудованы счетчиками тепловой энергии, что приводит к не полному получению достоверных данных по потреблению тепловой энергии (таблица 2).

Таблица 3 - Счетчики тепловой энергии

Марка	Количество	Класс точности
«Взлет»	1	Класс В (2%)
ВКТ-7	1	ВКТ-7
СТД-961	10	ВКТ-7
Отсутствуют	4	-

В постановлении Правительства РФ №442 от 04.05.2012 «О функционировании розничных рынков электрической энергии» обозначены «классы точности для приборов учета» [12].

Согласно п. 138 из Постановления №442 «юридические лица для коммерческого учета потребляемой электрической энергии обязаны использовать приборы учета класса точности 1,0 и выше» [12].

В соответствии с данными таблицы 4, делаем вывод, что установленные счетчики соответствуют всем требованиям.

Таблица 4 - 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%)
Simiens-15	2	В (2%)
CXB-15	2	В (2%)
OCB-40	1	В (2%)
СКБ-15	1	В (2%)
OCB-25	1	В (2%)
Отсутствует	1	-

Согласно п. 138 из Постановления №442 «потребители с мощностью до 670 кВт при классе напряжения до 35 кВ включительно, также должны использоваться приборы учета класса точности 1,0 и выше. Потребители электроэнергии мощностью до 670 кВт напряжением 110 кВ и выше должны иметь электросчетчики с классом точности 0,5S и выше» [12].

Согласно п. 138 из Постановления №442 «потребители электроэнергии мощностью выше 670 кВт независимо от класса напряжения должны иметь расчетные электросчетчики с классом точности 0,5S и выше, но с возможностью замеров часовых объемов потребления и хранения их более 90 суток, или же подключенные в автоматизированную систему учета АСКУЭ» [12].

Таким образом, класс точности установленных счетчиков соответствует всем требованиям. Поэтому в дальнейшем будем рассматривать счетчики для учета потребления электроэнергии ТГУ класса точности 1,0 и выше.

В состав средств диспетчерской системы коммерческого учета потребления энергетических ресурсов Тольяттинского государственного университета (АИСКУЭ) должны входить следующие компоненты [6]:

1) счетчики электрической энергии, имеющие возможность преобразовывать аналоговые значения в цифровые и передавать измеренные величины в устройства сбора, расчета и передачи данных;

2) устройства сбора и передачи данных, основным функционалом которых является сбор, обработку полученной информации, хранение и передачу данных по внешним каналам связи на серверное оборудование или непосредственно в АРМ диспетчера;

3) технические средства передачи данных от так называемых контролеров до системы сбора, обработки и хранения информации систем СУБД, они прежде всего включают в себя ЛВС, модемы, LAN системы и т.д.;

4) вычислительные средства в серверного оборудования для обработки поступающей информации и обмена ею между различными уровнями иерархии АСКУЭ.

Так как цель работы внедрение системы диспетчеризации системы потребления энергоресурсов.

Далее проведем анализ обобщенной структуры систем АИСКУЭ, обобщенный анализ систем диспетчеризации и предварительный выбор оптимального варианта данных систем.

1.2 Структура АСКУЭ учебных заведений

Структурно АИИСКУЭ учебного заведения (рисунок 1) «должна представлять собой три уровня сбора и передачи данных и центр сбора и обработки информации» [15]:

1. Нижний уровень – уровень сбора и передачи данных от приборов учета на границах раздела с поставщиками электроэнергии.
2. Средний уровень – уровень сбора и передачи данных от балансовых приборов учета РП, ТП.
3. Верхний уровень – уровень сбора и передачи данных от приборов учета потребителей.
4. Центр сбора и обработки информации.

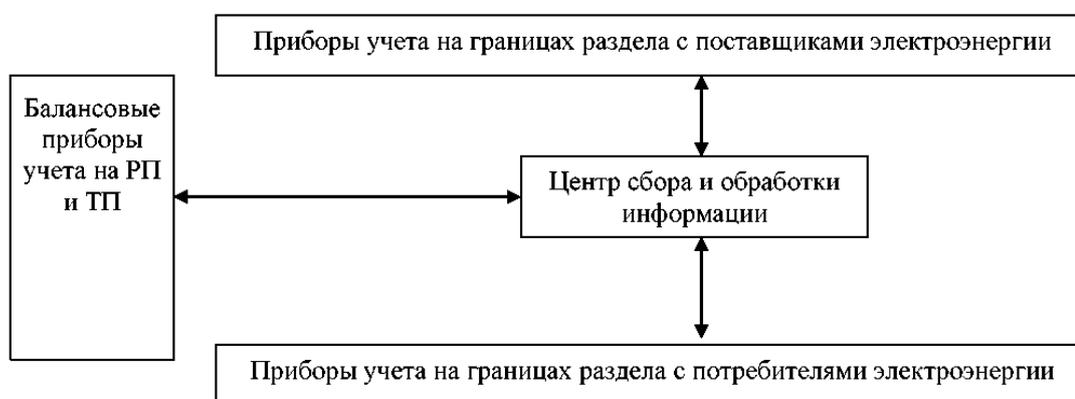


Рисунок 1 – Структура системы сбора информации и ее обработки

Необходимо отметить, мероприятие по установке автоматизированной системы контроля и учета энергоресурсов следует отнести к первоочередным техническим мероприятиям при формировании системы энергоменеджмента. Данное мероприятие следует рассматривать совместно с проектом внедрения

системы энергоменеджмента в рамках учреждения. В целях обеспечения единого подхода и совместимости энергоменеджмента с АСКУЭР ВУЗа, создание системы АСКУЭР ВУЗа выполняется в соответствии с требованиями организационно-распорядительных документов ТГУ, где регламентированы структура и наполнение самой АСКУЭР (типы приборов учета, информационно-вычислительного комплекса), а также вид конечного программного обеспечения (в том числе, SCADA-программных комплексов).

1.3 Автоматизированные системы диспетчерского управления и энергоучета

В современных условиях роста требований к энергосбережению непрерывно повышать эффективность процессов. Одним из важнейших путей к этому является снижение затрат на энергоносители, доля которых в зависимости от сферы деятельности может составлять до 50%. Кроме того, для устойчивой работы организации крайне важным фактором является надежность и бесперебойность энергоснабжения.

В связи с этим, при внедрении системы энергоменеджмента должны быть поставлены и решены следующие задачи:

- организация контроля и учета расхода энергоресурсов;
- организация эффективного управления затратами на энергоресурсы;
- обеспечение непрерывности энергоснабжения;- предотвращение аварийных ситуаций;
- контроль ресурса энергетического оборудования.

Для своего решения эти задачи требуют наличия современных технических средств, основными из которых являются:

- автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ);
- автоматизированные системы учета тепловой энергии и расхода энергоносителей (АСКУЭн);

- автоматизированные системы оперативного диспетчерского управления (АСОДУ).

Установка таких систем должна быть одной из первоочередных задач подразделений организации, ответственных за энергоснабжение.

1.3.1 Структура и функции диспетчеризации энергопотребления

Отечественная АСОДУЭ строится на базе оборудования и ПО комплекса, широко внедряемого на предприятиях электроэнергетики и промышленных предприятиях России. Основными потребителями продукции являются крупные предприятия электроэнергетики

Функционально АСОДУЭ состоит из подсистем диспетчеризации, технического учета, коммерческого учета энергоресурсов и видеонаблюдения.

Иерархически АСОДУЭ может быть двухуровневой (объект - диспетчерский пункт) или многоуровневой, с различным количеством промежуточных пунктов управления и ретрансляции.

АСОДУЭ обеспечивает:

1) сбор данных о состоянии энергохозяйства, в т.ч.:

- состояние схемы энергоснабжения (положение коммутационного оборудования), характеристики процессов (токи, напряжения, мощности, температура, давление и т.д.), данные о потреблении энергоресурсов, данные об аварийных процессах, видеoinформация о состоянии объекта.

2) обработку данных, в т.ч.: контроль достоверности, масштабирование, получение расчетных значений, включая расчет потребления энергоресурсов, маршрутизация, расчет ресурса работы оборудования.

3) отображение данных: на локальных АРМ внутри объекта, на специализированных сетевых АРМ в диспетчерском пункте, на средствах

коллективного пользования (щиты, видеостены), на удаленных рабочих местах - через Интернет.

4) ретрансляцию данных: в ЛВС предприятия для предоставления всем заинтересованным службам, в центральный офис предприятия (из филиала или если он удален от производства), в энергоснабжающие организации (при наличии с их стороны таких требований).

5) хранение данных в SQL базах.

6) управление энергообъектами: телеуправление коммутационным и вентильным оборудованием, автоматическое телеуправление по сценариям, телерегулирование.

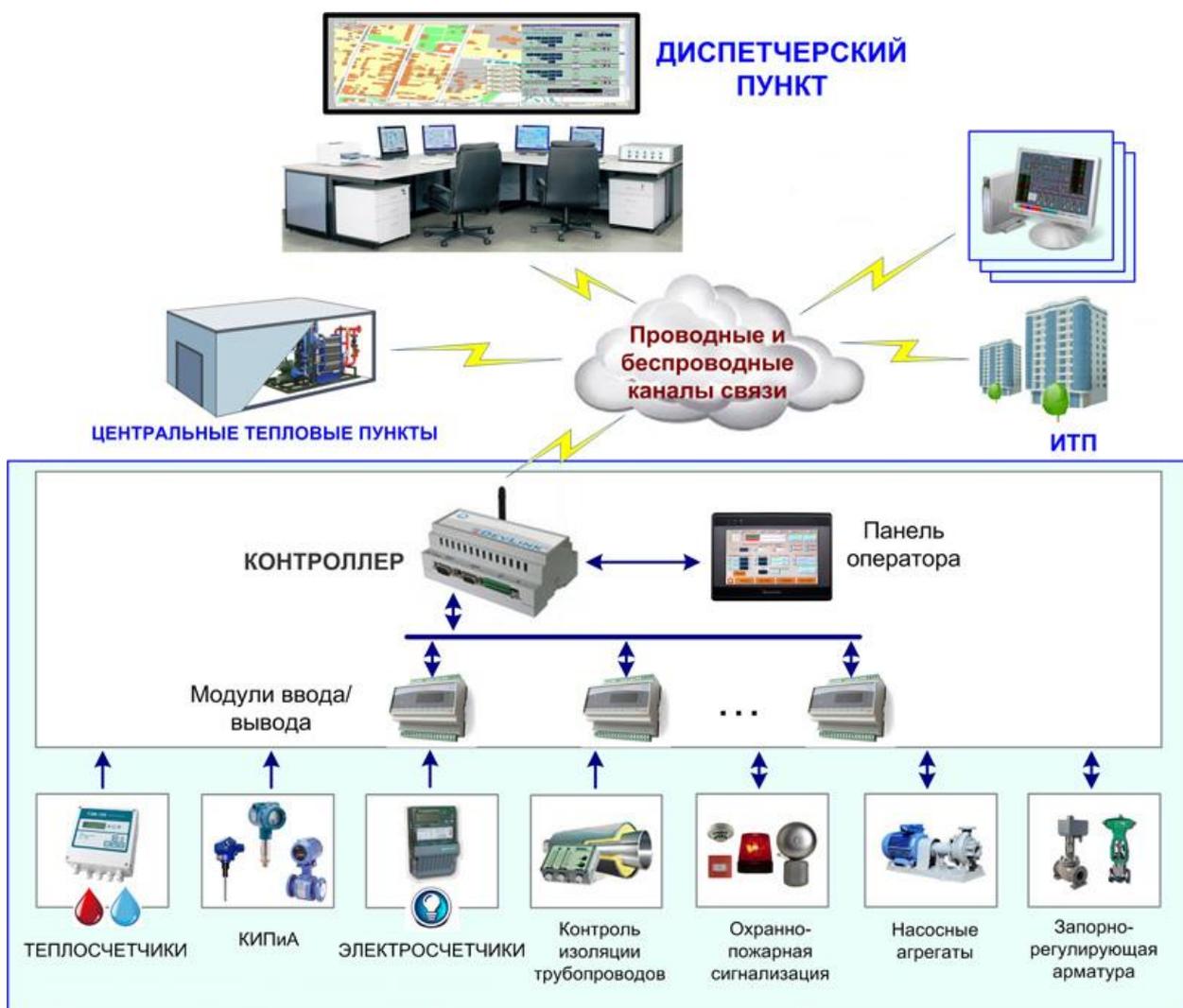


Рисунок 2 – Структура диспетчеризации системы энергопотребления

1.3.2 Элементы системы диспетчеризации

Датчики, счетчики, измерительные преобразователи.

В составе системы могут быть использованы различные источники первичной информации о состоянии объектов энергохозяйства:

- дискретные контактные и бесконтактные датчики («сухой контакт», электронное реле и пр.),

- аналоговые датчики и измерительные преобразователи с нормированным значением выходного сигнала 4...20, 0...5 и -5...+5 мА, счетчики и расходомеры с импульсным выходом, датчики, измерительные преобразователи, счетчики и расходомеры с цифровым интерфейсом RS-485 или RS-232.

Видеокамеры.

В составе системы может быть развернута подсистема видеонаблюдения с передачей видеосигнала по общим каналам сбора данных. Для этого на объектах устанавливаются видеокамеры, которые подключаются к устройствам КП.

Устройства сбора и передачи данных. Устройства контролируемых пунктов (КП) являются универсальными многофункциональными программируемыми интеллектуальными устройствами, обеспечивающими сбор данных с датчиков и измерительных преобразователей различных типов и трансляцию команд управления. Устройства сбора и передачи данных технического и коммерческого учета энергоресурсов представляют собой модифицированные устройства КП, оснащенные программным обеспечением учета и имеющие защиту от несанкционированного доступа к данным. Особенности этих устройств являются сбор данных с приборов учёта различных типов, импульсный и цифровой интерфейсы, хранение данных до 45 суток без внешнего питания, работа по нескольким независимым направлениям обмена данными (до 8), программирование на объекте и возможность подключения локального АРМ.

Устройства пунктов управления.

Устройства пунктов управления (ПУ) используются в системе, как центральные и промежуточные концентраторы, маршрутизаторы данных и конвертеры протоколов. Основными особенностями являются: многоканальный приём и передача данных; поддержка каналов связи различных типов: проводных, ВОЛС, радиоканалов, каналов тональной частоты, GSM и спутниковой связи; поддержка большого числа протоколов обмена данными: МЭК 870-5-101/104, TCP/IP (полный стек), ModBUS, Гранит, TM-120/320/512, МКТ-2/3, РПТ-80 и др.; программирование на объекте и возможность подключения локального АРМ; встроенный источник автономного резервного питания на 1...6 ч непрерывной работы; поддержка "горячего" резервирования (дублирование) для большинства типов каналов; автоматическая самодиагностика.

Серверы сбора и обработки данных.

Серверы сбора и обработки данных являются мощным ресурсом для осуществления многоканального сбора и обработки больших объемов данных о состоянии энергохозяйства предприятия. Являясь наиболее ответственным узлом системы, серверы организованы в структуру, обеспечивающую максимальную надежность и отказоустойчивость - структуру с полным «горячим» резервированием и системами бесперебойного питания. Оригинальное программное обеспечение полностью построено по технологии DCOM и использует протокол взаимодействия OPC, являющийся международным промышленным стандартом для систем управления объектами автоматизации и технологическими процессами, базирующихся на ОС семейства Windows. Среди выполняемых серверами функций: многоканальный сбор данных с объектов контроля (устройств КП и УСПД непосредственно или через концентраторы (ПУ));

- контроль достоверности принятых данных путем анализа исправности оборудования, каналов связи, периода обновления и пр.;

- выбор источника достоверных данных в соответствии с заложенной стратегией: основной или резервный каналы, ручной ввод, ввод из заранее подготовленного файла, значение, полученное путем расчета из других переменных процесса и т.п.;

- вычисление расчетных значений по произвольным формулам, в том числе расчет потребления энергоресурсов;

- ввод данных из файлов;

- трансляция данных на сетевые АРМ;

- управление диспетчерским мнемоническим щитом;

- работа с серверами баз данных архивного хранения (SQL);

- ретрансляция данных на верхние уровни управления;

- единая синхронизация системы от источника астрономического времени.

«Применение общепринятых аппаратных и программных платформ, открытого программного обеспечения облегчает эксплуатацию системы потребителем и обеспечивает максимум возможностей по масштабированию и наращиванию функций силами Заказчика или сторонней организации независимо от производителя» [19].

Технологическая локальная вычислительная сеть является отдельным сегментом сети, предназначенным только для работы АСОДУЭ. Этот сегмент должен быть отделен от ЛВС предприятия путём выделения в отдельный vlan (топологическая локальная компьютерная сеть). Внутри технологической ЛВС находятся серверы сбора и обработки данных, серверы баз данных и автоматизированные рабочие места оперативного и технического персонала.

Серверы баз данных обеспечивают длительное архивное хранение структурированных данных о состоянии энергохозяйства предприятия. Сервер БД представляет собой кластер из двух серверов с общим RAID-массивом жестких дисков с возможностью горячей замены жестких дисков для повышения отказоустойчивости и без перерыва в работе при проведении

технического обслуживания. В качестве СУБД используется MS SQL-server, Industrial SQL-server или Oracle. Серверы работают под управлением ОС Windows Server 2019. Объем и глубина хранения определяется емкостью массива жестких дисков.

При необходимости, в технологической сети может быть организовано любое количество специализированных серверов БД, например: сервер БД системы диспетчерского контроля и управления, сервер БД коммерческого и технического учета электроэнергии; сервер БД учета тепловой энергии и расхода энергоносителей и т.д.

Автоматизированные рабочие места (АРМ) являются основным средством контроля и управления энергохозяйством. АРМ представляют собой высокопроизводительные и надежные рабочие станции, оснащенные источниками бесперебойного питания. Рабочие станции АРМ могут выводить информацию на мониторы различного разрешения (до 4-х мониторов на одно рабочее место), видеопанели и видеопроекционное оборудование. Для повышения эффективности работы АРМ специализируются под конкретный оперативно-технический персонал. Количество АРМ и их функциональная ориентация не ограничены.

Как правило, в АСОДУЭ организуются рабочие места диспетчера, в нашем случае отдел главного энергетика, инженера по обслуживанию АСОДУЭ, системного администратора/программиста. С выходом в административную ЛВС организации возможна организация АРМ руководителей кафедр и институтов и т.д. Имеются средства для организации удаленного рабочего места с доступом через сеть Интернет.

1.4 Вывод по разделу 1

В данном разделе проведен анализ характеристики зданий и существующей системы коммерческого учета Тольяттинского государственного университета. Определена структура системы диспетчеризации коммерческого учета потребления энергоресурсов. Рассмотрены основные элементы автоматизированных систем учета потребления энергоресурсов в организации.

Определены состав будущей системы диспетчеризации энергопотребления.

2 Проведение энергетического обследования и выбор рационального варианта системы диспетчеризации

Для определения уточненных параметров внедряемой системы диспетчеризации учета потребления энергетических ресурсов в Тольяттинском государственном университете было проведено энергетическое обследование систем коммерческого учета потребления энергетических ресурсов - энергоаудит.

После анализа результатов аудита следует составление программы на создание (или доработку имеющейся) системы сбора данных и правления инженерными сетями и объектами, а также оптимизацию энергосберегающих мероприятий.

Программа должна содержать:

1. «Обоснованные предложения по техническим и технологическим изменениям в рассматриваемой системе инженерных сетей и объектов и сравнение с нормативами потребления (коммунальных услуг);
2. Перечень оборудования для оснащения объектов водоснабжения, водоотведения, электроснабжения и теплоснабжения.
3. Техническое задание на проектирование по всем предложенным инновациям.
4. Обоснование и расчет срока окупаемости проекта.

Внедрение изменений на основе разработанных технических предложений» [19].

Рассмотрим программу проведения энергетического обследования существующих систем учета потребления энергетических ресурсов.

Программа включала в себя следующие разделы.

Этап 1 – Изучение данных, полученных от службы главного энергетика

1 . Состав работ:

1.1 Получение данных о потреблении энергоресурсов;

1.2 Получение действующих схем тепло-, водоснабжения и

водоотведения, схем электроснабжения.

1.3 Получение перечня точек коммерческого и технического учета ТЭР;

1.4 Получение детализированных данных о потреблении ТЭР системы автоматизированного учета за отчетный базовый год;

2. Порядок выполнения работ.

2.1 Изучение полученных данных;

2.2 Выбор объектов и определение точек для проведения инструментальных замеров по качеству электрической энергии.

3 Условия выполнения работ:

Перед началом работ необходима установка времени в настройках всех регистрирующих приборов, включая тепловизоры, цифровые фотоаппараты и мобильные телефоны (используемые для фотосъемки или определения времени). Время устанавливается местное для Тольятти, с точностью не хуже 30 секунд. Фотооборудование, используемое при проведении съемки, должно быть, по возможности, настроено на наложение даты и времени фотосъемки на изображение сохраняемого кадра. При проведении обследования необходимо обеспечить достаточное освещение объектов фотосъемки (в том числе – при проведении тепловизионной съемки – для обеспечения качественных снимков в видимом спектре). В серии фотоснимков каждого из обследуемых объектов желательно делать также и снимок заполненного от руки бланка отчетной формы, включая все сопутствующие эскизы.

Этап 2 – Обследование системы теплоснабжения: источников теплоснабжения, тепловых сетей зданий (таблица 5).

Таблица 5 – Объекты обследования

№ п/п	Наименования зданий и сооружений
1	Главный корпус
2	Корпус «А»
3	Лабораторный корпус
4	Корпус НИЧ Корпус НИЧ
5	Учебно- спортивный корпус

Продолжение таблицы 5

6	Столовая
7	Корпус «Б»
8	Корпус «Д»
9	Лаборатория сейсмических колебаний
10	Корпус «С»
11	Корпус «Э»
12	Механические мастерские
13	Корпус УЛК
14	Общежитие №1
15	Общежитие №2
16	Учебный-лабораторный корпус, Королёва,13
17	Базовая школа Пединститута, Фрунзе,2Б

Этап 3 – Обследование системы электроснабжения.

3. Состав и содержание работ:

3.1 Контрольное снятие / получение архивов показаний приборов учёта электроэнергии.

Результат:

1. Электронный архив показаний приборов учёта электроэнергии, питающих фидеров 6-10 кВ;

3.2 Измерение основных параметров электросети в течение одних суток на рабочих вводах трансформаторных подстанций, по стороне 0,4 кВ.

Результат:

1. Графики суточного потребления активной и реактивной энергии по вводам 0,4 кВ ТП;

2. Показатели качества электроэнергии, влияющие на работу оборудования (отклонение напряжения и частоты, несимметрия напряжений и токов, несинусоидальность напряжений и токов) на объектах обследования в соответствии с перечнем пункта №1;

Результаты фиксируются прибором измерения качества электроэнергии с дискретизацией 1 минута в течение одних суток (5 сек. если позволяет память прибора).

2. Используемое оборудование (таблица 6) при проведении энергетического обследования.

Таблица 6 – Используемое оборудование

Наименование прибора	Заводской номер
Электроанализатор Ресурс-UF2	1636
Токоизмерительные клещи Арра-А7	64900295
Фотоаппарат цифровой Nikon Coolpix s31	40009080

Выдержку результатов проведенного энергетического обследования приведем ниже.

На рисунках 3-4 представлено вводное распределительное устройство в корпусе «С», как видно из рисунка, ВРУ находится в хорошем состоянии и имеет возможность установки системы АСКУЭн.

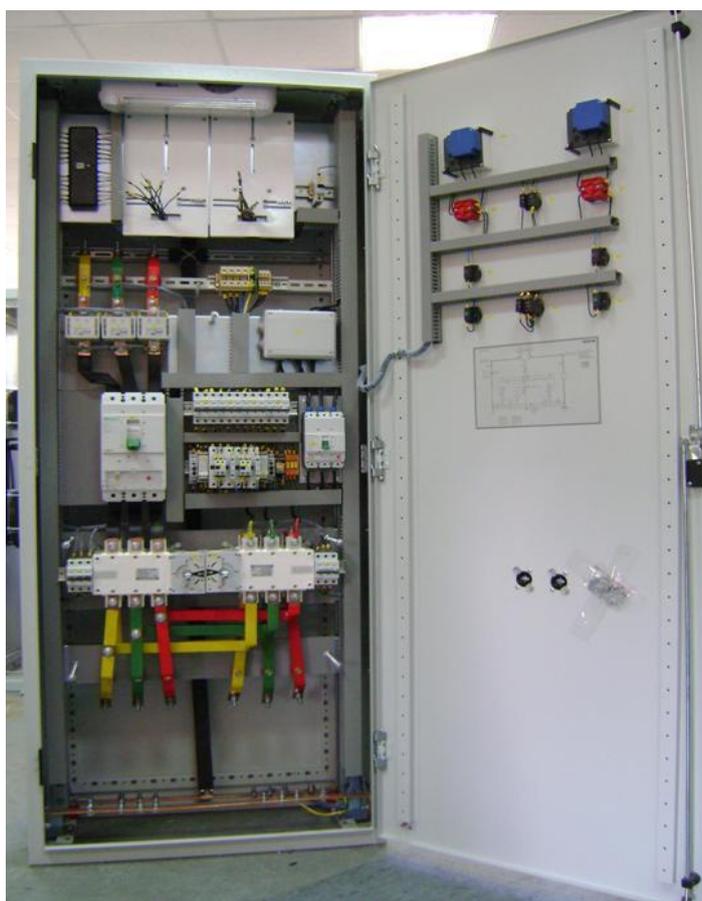


Рисунок 3 – Шкаф вводного распределительного устройства корпуса «С»



Рисунок 4 – Система коммерческого учета в корпусе «С»

Также в ходе проведения были проведены замеры качества электрической энергии рисунок 5 и рисунок 6.

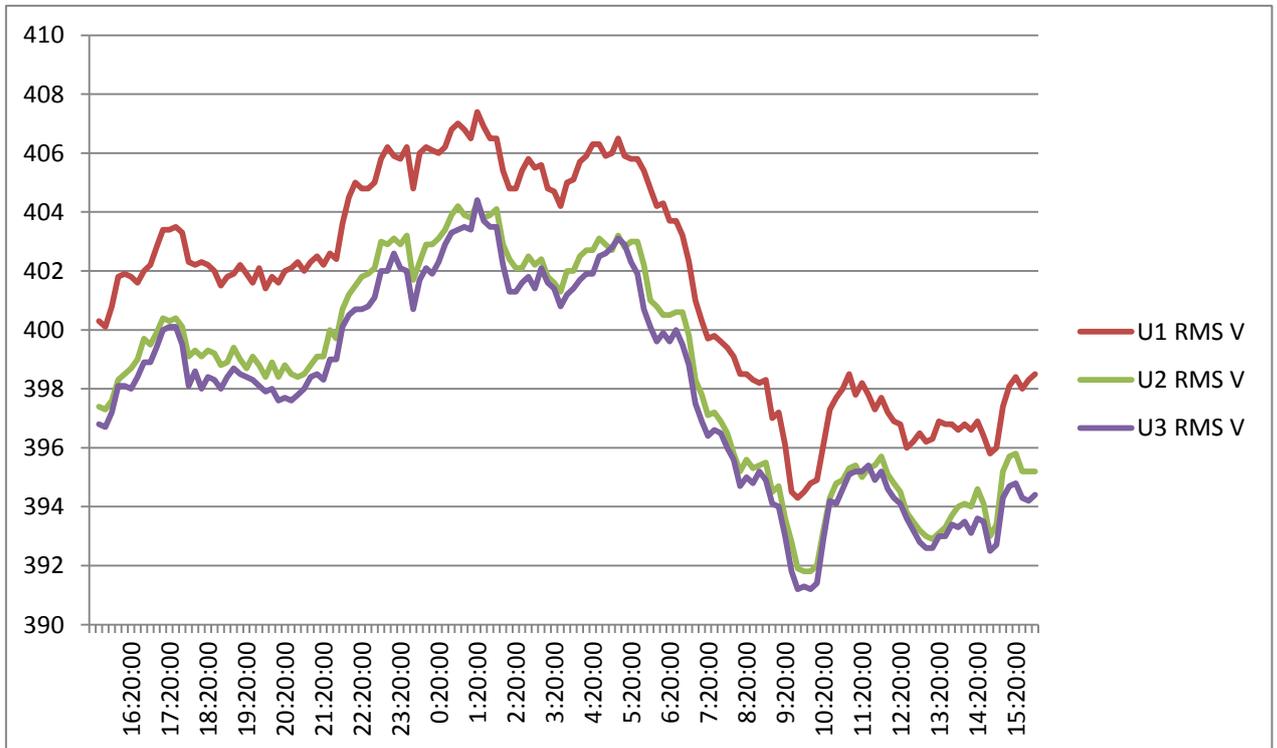


Рисунок 5 – Колебания значений напряжения в ТП

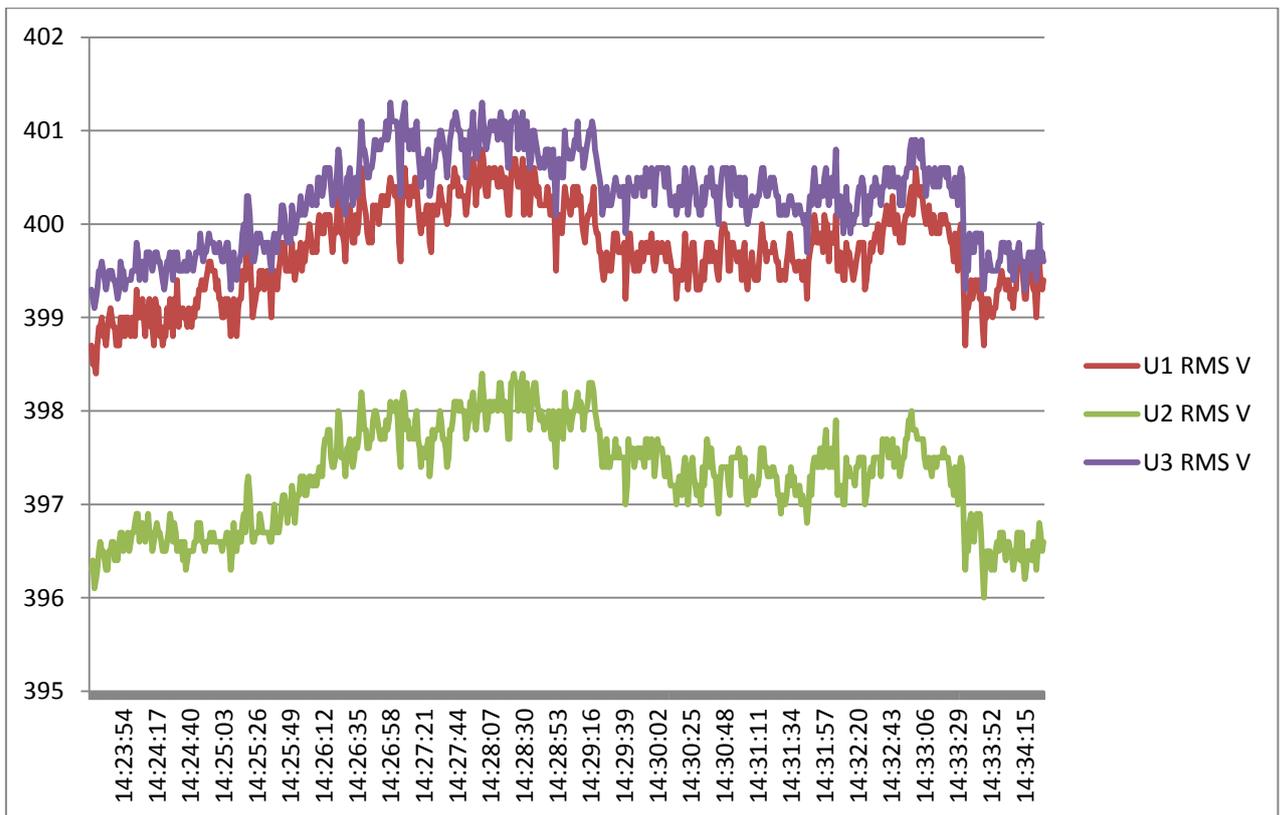


Рисунок 5 – Колебания значений напряжении в ВРУ

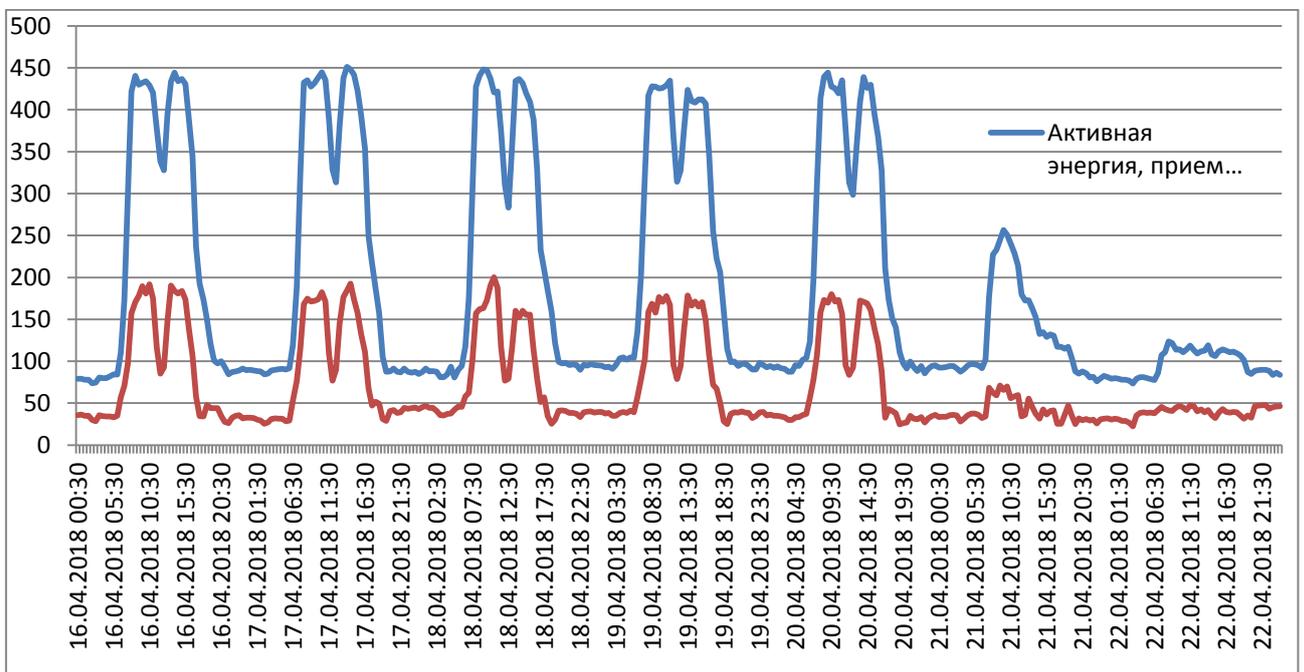


Рисунок 6 – График активной мощности в ТП

На основании полученных результатов полученных при энергетическом обследовании, что в Гольяттинском государственном

университете существует возможность и необходимость внедрения системы коммерческой диспетчеризации потребления энергетических ресурсов.

Проведем выбор основных компонентов, а также выберем программный комплекс.

2.1 Автоматизация контроля и учета электропотребления учебного заведения

Автоматизация системы контроля и учета электропотребления будет реализована на базе отечественных систем, которые разработаны в соответствии с техническими требованиями Российского законодательства.

2.1.1 Назначение АИСКУЭн

Устанавливаемая система должна выполнять следующие функции:

1. Система должна иметь возможность автоматизированного коммерческого учета потребления электрической энергии каждым корпусом или иным зданием и иметь возможность передачи информации по интерфейсам RS485/422, RS232, CAN по локальным сетям образовательного учреждения.

2. Система должна иметь структуру блокового типа с возможностью расширения или уменьшения без особых структурных и аппаратных изменений.

3. «возможность получать данные о потреблении электроэнергии и в автоматическом режиме» [19].

4. Рассчитывать потери электрической энергии из на основании фактического баланса и в режиме реального времени передавать данные на пульте диспетчера в АРМ.

5. Позволять измерять не только основные показатели как электрическая, тепловая энергия, а также иметь возможность подключения различных датчиков, таких как температуры, давления и т.д, без крупных системных изменений.

б. «Возможность предоставления данных автоматизированного коммерческого учета потребления энергоресурсов, результатов измерений и контроля параметров тепло - и водоснабжения авторизованным пользователям (соответствующим службам)» [24].

Автоматизация системы контроля и учета электропотребления будет реализована на базе отечественных систем, которые разработаны в соответствии с техническими требованиями Российского законодательства. Практически все системы АИСКУЭн выпускаемые отечественными производителями обладают все вышеперечисленными техническими возможностями.

В данной работе, не будут рассматриваться конкретные системы, так как ФЗ №223 от 18 июля 2011 «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц года» для крупных предприятий запрещает проводить закупку оборудования дороже 100 тыс. руб на прямую и с указанием конкретных производителей, поэтому в работе будем рассматривать только технические показатели блоков (технических средств).

2.1.2 Технические средства

Основное техническое устройство для создания системы энергосбережения и организации учета тепла - концентратор цифровых сигналов КоЦС. В соответствии с информацией завода производителя «к ним подключаются приборы учета тепла (ПУТ), стоящие на вводах тепловых пунктов корпусов. Поддерживаются на данный момент теплосчетчики SA-94, ТЭМ-05м, ВИС.Т, КМ-5, ВКТ-5, ВКТ-7, ТЭМ-106 (104), СТД (ВТД-В), СПТ 943 (Логика), ZENNER WR3, Multical 601, 602, 402, 801, SMV S6, 302, 21» [31].

На основании данных о концентраторах «для получения данных от одного прибора учета тепла (теплосчетчика) необходим один КОЦС. Обычные КОЦС подключаются к линиям связи пульта или КИО, а КОЦС(IP) - к компьютерной сети. По объектный учет воды и электроэнергии

осуществляется с помощью концентраторов измерителей расхода (КИР) и, в случае одновременного подключения большого числа счетчиков воды (или других ресурсов), пультов-мультиплексоров» [30].

Один КИР, обладающий 16-ю входами, обеспечивает учет двух видов ресурсов (горячей и холодной воды) для восьми точек подключения.

На основании информации из открытых источников «с помощью КИР может быть осуществлен прием данных от любого прибора учета, оснащенного импульсным выходом (герконным и т.д), в частности счетчиков воды, электроэнергии. С помощью радиосвязи может быть организована передача учётной информации от прибора учёта до слаботочного щитка посредством радиосигнала» [25].

Концентратор цифровых сигналов (КоЦС).

В соответствии с технической литературой «получение данных с приборов учета тепла с интерфейсами RS-232 и RS-485, а также других приборов учета, осуществляется с помощью концентратора цифровых сигналов. Данный концентратор является основным устройством, обеспечивающим учет тепла по организации» [26].

С помощью разъема, прибор учета тепла подключается к концентратору, путём установки переключателя выбирается необходимая программа, концентратор начинает опрос данных и передает на высший уровень сбора информации.

На основании данных завода изготовителя «концентратор поддерживает работу с теплосчетчиками ВИС.Т, SA-94, ТЭМ-05, КМ-5, ТРЭМ. Расширенная версия КоЦС (КоЦС-М), оптимизированная для работы со сложными устройствами, поддерживает теплосчетчики ВКТ-7 (ТСК-7), ТЭМ-106 и другие. Кроме того, КоЦС имеют 1-3 входа для дискретных датчиков» [20].

Концентратор цифровых сигналов - IP (КоЦС-IP) «обеспечивает взаимодействие с широким спектром устройств с интерфейсами RS-232 и RS-485 по компьютерным каналам связи» [20].

Далее концентратор подключается к устройству и к компьютерной сети. «Источник питания концентратора должен быть подключен к сети напряжением 220В. Концентратор взаимодействует с устройством через интерфейс RS-232 или RS-485, и обменивается данными с рабочей программой по компьютерной сети» [25, 26].

Так как в ВУЗе есть собственная локальная сеть, то необходимо использовать концентратор цифровых сигналов-IP (КОЦС-IP). Основные отличия конфигураций с использованием КоЦС-IP от конфигураций с обычным КоЦС: вместо проводной линии связи до концентратора, используется компьютерная сеть;

Используя КоЦС-IP для подключения нового вида устройств, достаточно обновить программное обеспечение на компьютере диспетчера;

На данный момент программным обеспечением КОЦС-IP поддерживаются:

теплосчётчики ВКТ-7(ТСК-7), ТЕМ-106, ВИСТ;

электросчетчики Меркурий-200, 230 (до 63 штуки на один КОЦС-IP).

Концентратор измерителей расхода (КИР) Основным устройством, используемым при организации учета воды и реализации функций АИСКУЭн, в организации, является концентратор измерителей расхода. Концентратор обладает 16-ю входами для приема данных с любых приборов учета с импульсным выходом (счетчиков воды, электроэнергии и т.д.) и одним дискретным входом (используется как датчик вскрытия концентратора). Данные расхода ресурса (воды, электроэнергии и других) сохраняются во внутренней памяти концентратора. В данных концентраторах применяется система сохранения информации, при потере связи с внешней системой. При этом в случае обесточивания серверного оборудования концентратор имеет возможность собирать информацию поступающей от счетчиков и хранить ее длительное время. Этот функционал исключает возможность потери измерительной информации на случай нештатных ситуаций, что повышает качество системы учета в целом.

Расчет необходимого для объекта числа концентраторов производится на основе числа каналов одного концентратора (шестнадцать) и удобства монтажа. Например, для получения данных о расходе горячей и холодной воды со счётчиков в одном корпусе, достаточно одного КИР. Для 17ти корпусов необходимо будет 17 концентраторов.

Если требуется организовать передачу импульсов от прибора учёта до слаботочного щитка без проводной линии связи, возможно использование концентраторов измерителей расхода для передачи посредством радиосигнала.

Исходя из проведенного анализа типов концентраторов, в системе АИСКУЭн в Тольяттинском государственном университет будут установлены концентраторы цифровых сигналов-IP (КОЦС-IP), так как в ВУЗе имеется своя собственная локальная сеть, тем самым создание дополнительных своей цифровой сети системы АИСКУЭн не потребуется.

2.2 Программное обеспечение

Устанавливаемое программное обеспечение будет поддерживать систему «клиент-сервер», так как при диспетчеризации технолог, в нашем случаи сотрудник отдела главного энергетика, должен иметь возможность управления потреблением энергоресурсов образовательного учреждения, а при выявлении не рационального использования каким-либо «элементом», устранить данный элемент, до выяснения причин отклонений он нормального режима работы.

Термин «клиент-сервер» означает такую архитектуру программного комплекса, в которой его функциональные части взаимодействуют по схеме «запрос-ответ». Если рассмотреть две взаимодействующие части этого комплекса, то одна из них (клиент) выполняет активную функцию, т. е. инициирует запросы, а другая (сервер) пассивно на них отвечает. По мере развития системы роли могут меняться, например некоторый программный

блок будет одновременно выполнять функции сервера по отношению к одному блоку и клиента по отношению к другому.

Заметим, что любая информационная система должна иметь минимум три функциональные части – модули хранения данных, их обработки и интерфейса с пользователем. Каждая из этих частей может быть реализована независимо от двух других. Например, не изменяя программ, используемых для хранения и обработки данных, можно изменить интерфейс с пользователем таким образом, что одни и те же данные будут отображаться в виде таблиц, графиков или гистограмм. И наконец, не меняя программ представления и обработки данных, можно изменить программное обеспечение для хранения данных, перейдя, например, на другую файловую систему.

В классической архитектуре «клиент-сервер» приходится распределять три основные части приложения по двум физическим модулям. Обычно ПО хранения данных располагается на сервере (например, сервере базы данных), интерфейс с пользователем – на стороне клиента, а обработку данных приходится распределять между клиентской и серверной частями. Клиентские части нуждаются в данных, которые обеспечивают их функциональность (управляющие команды, параметры). Серверная часть осуществляет контроль и управление. Именно поэтому клиенту и серверу необходимо обладать функциями работы с данными, которые поддерживают их взаимосвязь [4].

Клиент-серверная архитектура позволяет:

- централизовать управление всеми функциями системы, которые будут осуществлять серверная часть;

- реализовать алгоритмы предотвращения и устранения сбоев, за счет добавления функций мониторинга за клиентами;

- упростить масштабируемость и дальнейшее развитие системы, за счет добавления дополнительных клиентских модулей и расширения функционала сервера.

2.2.1 Выбор среды передачи данных

Среда передачи – физическая субстанция, по которой происходит передача электрических, электромеханических, оптических, радиосигналов, использующихся для переноса той или иной информации [ссылка].

Рассмотрим доступные среды передачи данных:

Кабельные среды передачи данных

«медные»

оптические

Беспроводные среды передачи данных

Беспроводные персональные сети (WPAN – Wireless Personal Area Networks). Примеры технологий – Bluetooth.

Беспроводные локальные сети (WLAN – Wireless Local Area Networks). Примеры технологий – Wi-Fi.

Беспроводные глобальные сети (WWAN – Wireless Wide Area Network). Примеры технологий — CSD, GPRS, EDGE, EV-DO, HSPA(3G), 4G.

Сравнение сред передачи данных представлено в таблице 7, 8.

Таблица 7 – Критерии среды передачи данных.

Критерий	«медные»	оптические	WPAN	WLAN	WWAN
Качество связи	4	5	1	2	3
Дальность	3	4	1	2	5
Экономичность	2	1	3	4	5
Скорость передачи данных	4	5	1	3	3
Всего	13	15	6	11	16

На основе выше изложенного, учитывая заявленные требования, для реализации АСОДУЭ были выбраны кабельные среды передачи данных: «медные» и ВОЛС и беспроводная среда передачи данных WWAN.

2.2.2 Выбор технологии передачи данных

Рассмотрим доступные технологии беспроводной передачи данных сети WWAN:

Circuit Switched Data (CSD) – технология передачи данных, разработанная для мобильных телефонов стандарта GSM. CSD использует один временной интервал для передачи данных на скорости 9,6 кбит/с в подсистему сети и коммутации (Network and Switching Subsystem NSS), где они могут быть переданы через эквивалент нормальной модемной связи в телефонную сеть.

GPRS (англ. General Packet Radio Service – «пакетная радио связь общего пользования») – надстройка над технологией мобильной связи GSM, осуществляющая пакетную передачу данных. GPRS позволяет пользователю сети сотовой связи производить обмен данными с другими устройствами в сети GSM и с внешними сетями, в том числе Интернет. GPRS предполагает тарификацию по объёму переданной/полученной информации, а не по времени, проведённому онлайн.

EDGE(EGPRS)(англ. Enhanced Data rates for GSM Evolution) – цифровая технология беспроводной передачи данных для мобильной связи, которая функционирует как надстройка над 2G и 2.5G (GPRS)-сетями. Эта технология работает в TDMA – и GSM-сетях. Для поддержки EDGE в сети GSM требуются определённые модификации и усовершенствования.

HSPA(англ. High Speed Packet Access – высокоскоростная пакетная передача данных) – технология беспроводной широкополосной радиосвязи, использующая пакетную передачу данных и являющаяся надстройкой к мобильным сетям WCDMA/UMTS. Чаще всего эта технология встречается под названием 3G.

Таблица 8 – Критерии среды передачи данных.

Критерий	CSD	GPRS	3G	4G
Доступность в городской среде	5	5	4	4
Экономичность	1	4	4	3
Скорость передачи данных	1	2	4	5
Всего	7	11	12	12

При использовании технологии CSD можно передавать данные напрямую от одного GSM-модема на другой, но при этом постоянно занят голосовой канал, что сказывается на стоимости передачи данных. При использовании технологии GPRS расчет стоимости происходит только за принятый и переданный трафик – это гораздо дешевле, чем при использовании технологии CSD.

2.2.3 Технология передачи данных GPRS/3G/4G

GPRS по принципу работы аналогична Интернету: данные разбиваются на пакеты и отправляются получателю (необязательно одним и тем же маршрутом), где происходит их сборка. При установлении сессии каждому устройству присваивается уникальный адрес, что по сути превращает его в сервер. Протокол GPRS прозрачен для TCP/IP, поэтому интеграция GPRS с Интернетом незаметна конечному пользователю. Пакеты могут иметь формат IP или X.25, при этом не имеет значения, какие протоколы используются поверх IP, поэтому есть возможность использования любых стандартных протоколов транспортного и прикладного уровней, применяемых в Интернете (TCP, UDP, HTTP, HTTPS, SSL, POP3, XMPP и др.). Также при использовании GPRS мобильный телефон выступает как клиент внешней сети, и ему присваивается IP-адрес (статический или динамический).

У некоторых операторов мобильной связи существуют услуги по предоставлению постоянного внешнего IP-адреса, но эта услуга доступна

только юридическим лицам и является платной. Не у всех операторов мобильной связи GPRS-модему присваивается динамический внешний IP-адрес. Сейчас многие операторы мобильной связи используют схему сети с NAT.

NAT (от англ. Network Address Translation— «преобразование сетевых адресов») – это механизм в сетях TCP/IP, позволяющий преобразовывать IP-адреса транзитных пакетов.

Перегруженный NAT (NAPT, NAT Overload, PAT, маскардинг) — форма динамического NAT, который отображает несколько незарегистрированных адресов в единственный зарегистрированный IP-адрес, используя различные порты. Известен также как PAT (Port Address Translation). При перегрузке каждый компьютер в частной сети транслируется в тот же самый адрес, но с различным номером порта.

Также есть технология m2m - активно используется в системах безопасности и охраны, вендинге, системах здравоохранения, промышленных телеметрических системах (производство, энергетика, ЖКХ и др.) и системах позиционирования подвижных объектов на основе систем ГЛОНАСС/GPS. Российские операторы сотовой связи предоставляют данную технологию. По своей сути является отдельным беспроводным каналом связи, предоставленным оператором мобильной связи по схеме Точка-Точка. Идеально подходит для подключения удалённых точек по беспроводным каналам связи WWAN к ЛВС организации. Главным плюсом технологии m2m является связь удалённых объектов в локальную инфраструктуру минуя сеть Интернет, что значительно повышает безопасность передачи данных и вмешательство 3-х лиц в работу инфраструктуры.

На основе вышеизложенного, учитывая заявленные требования, для подключения удалённых объектов, которые нет возможности подключить к ЛВС, лучшей технологией беспроводной передачи данных является m2m на основе мобильных сетей. Большим плюсов так же является то, что

современные модемы WWAN умеют работать в нескольких сетях (GPRS/3G/4G) и имеют функцию резервирования (2 и более операторов связи), что значительно повышает отказоустойчивость данного способа передачи данных.

Результаты и выводы.

Выбрана клиент-серверная архитектура для будущей ИС АИСКУЭн, которая позволит реализовать управление удаленными устройствами. Дополнительным преимуществом этой архитектуры является простая масштабируемость.

Канал обмена данными между службами и внешними модулями будет использовать сеть локальную сеть и сеть m2m, в качестве транспортного протокола будет использован протокол TCP/IP. Таким образом, не нужно будет прокладывать дополнительные линии связи, систему можно быстро «развернуть» и запустить. Использование сети m2m позволит легко расширить функционал системы за счет добавления новых модулей и увеличения парка оборудования.

2.3 Структурная схема ПАК

На первом этапе проектирования модулей системы, была определена структурную схему системы (рисунок 7).

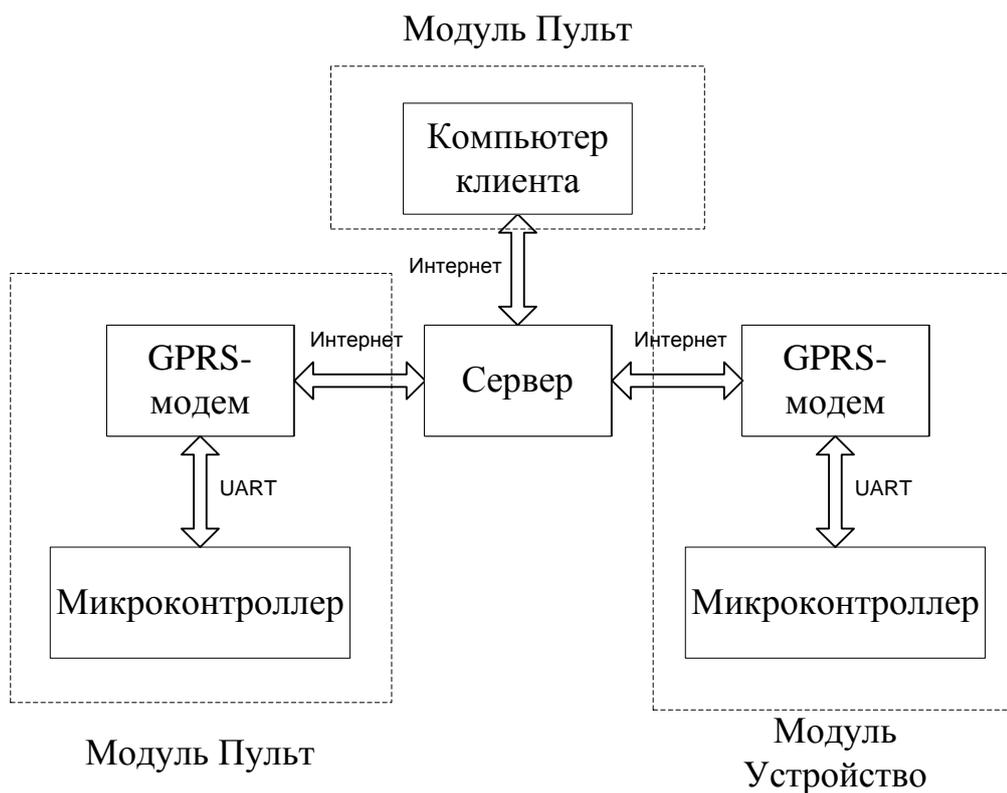


Рисунок 7 –Структурная схема системы АИСКУЭН

Взаимодействие модуля «Сервер» с модулями «Устройство» и «Пульт» осуществляется по протоколу TCP/IP. Любые управляющие или информационные данные передаются по сети интернет. Для обеспечения эффективной работы всей системы необходимо правильно настроить и инициализировать TCP/IP протокол.

Главной задачей модуля «Сервер» является создание, и поддержание двустороннего информационного канала с модулями «Устройство» и «Пульт». Модуль «Сервер» выполняет роль маршрутизатора, который передает данные от одного модуля другому.

Взаимодействие Микроконтроллера с GPRS-модемом осуществляется по интерфейсу UART. Для обеспечения эффективной работы всей системы необходимо правильно настроить и инициализировать UART интерфейс.

Главной задачей модуля «Микроконтроллер» является создание, и поддержание двустороннего информационного канала с модулем «GPRS-модем».

Формализация задач.

На этом этапе программирования модуля «Микроконтроллер», были определены и формализованы задачи, которые он будет выполнять:

инициализация соединения с GPRS-модемом:

- установка параметров скорости соединения;
- установка параметров контроля четности;
- установки линий связи в режим готовности;
- мониторинг состояния, позволяющий контролировать работу

системы;

- инициализация TCP/IP стека:

- назначение IP адреса удаленного сервера;
- установка сетевого порта в режим прослушивания;
- инициализация сетевого сокета;
- прием и отправка данных через интерфейс UART модулю «GPRS-

модем»;

Модуль «Сервер» будет выполнять следующие задачи:

- журналирование данных;
- маршрутизация данных;
- мониторинг состояния, позволяющий контролировать работу

системы;

- инициализация TCP/IP стека:

- определение IP адреса устройств;
- установка сетевого порта в режим прослушивания;
- инициализация сетевого сокета.

Важным вопросом при начале эксплуатации системы является оценка правильности ее работы (таблица 9).

Таблица 9 - Оценка правильности функционирования системы.

Функция системы	Проверка работоспособности
1	2
Контроль работоспособности программно-технических средств ИВК	Проверка осуществляется путем опроса каналов учета с ИВК системы в ручном и автоматическом режиме. Кроме опроса каналов учета провести визуальный осмотр технических средств ИВК с целью определения корректности функционирования по индикаторам оборудования.
Контроль работоспособности программно-технических средств ИИК	Осуществляется путем визуального осмотра и опроса ИИК. В ходе визуального осмотра необходимо проверить отсутствие сообщений об ошибках на индикаторе счетчика. В ходе опроса счетчика с помощью ИВК или переносного АРМа убедиться в получении данных со счетчика.
Автоматическое измерение физических величин	Наличие собранных данных об измеренных физических величинах в счетчике электроэнергии и УСПД. Проверяется с помощью встроенных индикаторов или программного обеспечения.
Автоматический сбор информации об измеренных физических величинах	Наличие собранных данных об измеренных физических величинах в БД «Пирамида». Проверка осуществляется с помощью программы «Оперативный сбор».
Формирование 30-ти минутных значений профиля нагрузки	Проверить наличие значений 30-ти минутных профилей нагрузки в УСПД.
Ручной ввод, корректировка информации, формирование документов. Ручной запуск программ. Предоставление доступа к отчетным и иным документам в визуальной, печатной и электронной форме	Проверка возможности выполнения указанных действий.

Продолжение таблицы 9

<p>Ведение журнала событий ИВК</p>	<p>Проверка осуществляется путем просмотра журнала событий ИВК с помощью программы «Просмотр журналов».</p>
<p>Контроль достоверности измерений</p>	<p>Проверку следует осуществлять после получения данных за отчетный период, с помощью программного обеспечения «Пирамида 2000. Сервер».</p> <p>Методы контроля:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ анализ пропуска данных; ▪ сравнение с предельно-допустимыми величинами энергии, мощности; ▪ анализ схемы измерений; ▪ статистический анализ данных; ▪ сравнение с плановыми значениями.
<p>Формирование архива измеренных величин, с указанием времени проведения измерения и времени поступления данных в электронный архив</p>	<p>Функция выполняется автоматически в процессе автоматизированного или ручного опроса каналов учета. Проверку выполнения функции возможно провести путем проверки собранных данных в базе данных с помощью программного обеспечения «Пирамида 2000. Сервер».</p>
<p>Формирование архива технической и служебной информации</p>	<p>Проверку выполнения функции возможно провести путем проверки собранной технической и служебной информации с помощью программного обеспечения «Пирамида 2000. Сервер».</p>
<p>Организация доступа к коммерческой информации и/или отправка данных в АИИС КУЭ и другим потребителям коммерческой информации</p>	<p>Проверка корректности отправления файлов отчетов потребителям информации, путем контроля получения сообщений от потребителей коммерческой информации с подтверждением получения сообщений электронной почты.</p>
<p>Синхронизация времени по каждому ИИК</p>	<p>Необходимо проверить совпадение времени на ИИК и ИВКЭ с астрономическим временем.</p>

Продолжение таблицы 9

Синхронизация времени в ИВК, осуществляющаяся в автоматическом режиме, включающая в себя измерение времени, поддержание времени и синхронизацию времени всех компонент АИИС КУЭ	Осуществляется путем просмотра файлов журнала работы АИИС КУЭ.
Диагностика и мониторинг функционирования технических и программных средств АИИС КУЭ	Осуществляется путем просмотра файлов журнала работы АИИС КУЭ.
Конфигурирование и настройку параметров АИИС КУЭ	Осуществляется путем проверки наличия связи с устройствами и уровня доступа, достаточного для внесения изменений.

Таким образом, выбранное программное обеспечение и система программирования «Микроконтроллера» позволит реализовать систему диспетчеризации потребления энергоресурсов в Тольяттинском государственном университете.

2.4 Автоматизация контроля и учета энергопотребления

Основная задача коммерческой диспетчеризации потребления энергоресурсов в организации это получение полной картины о расходе всех видов энергии, возможность анализа этой информации, прогнозирование и управление потреблением энергоресурсов на всех этапах жизненного цикла. Возможность оперативно получать всю информацию об энергопотреблении дает автоматизированная информационная система контроля и учета энергоресурсов (АИСКУЭн).

При анализе технической литературы, можно сделать вывод, что «смысл создания и эксплуатации АИСКУЭн заключается в постоянной экономии энергоресурсов (электроэнергия, газ, вода и пр.) и финансов

организации при минимальных денежных затратах»[18], одним словом максимальное извлечение прибыли.

На основании существующих систем «по своему назначению АИСКУЭн можно разделить на два типа:

Коммерческий учет - это учет потребляемой электроэнергии с дальнейшим финансовым расчетом за нее с поставщиком. Для такого учета требуется установка приборов с классом точности 0,5S», согласно п. 138 из Постановления №442 [35].

«Технический учет нужен для контроля процессов энергопотребления внутри организации, по всем его корпусам, цехам, энергоустановкам. Анализ показаний системы технического учета дает организации ряд возможностей по сокращению потребления электроэнергии и мощности, не оказывая при этом влияния на объемы производства» [9].

Основываясь на открытых источниках «по способу сбора и обработки информации эти системы могут выполнять статистические, и оперативно - измерительные функции. Статистические АИСКУЭн выполняют функции сбора и обработки информации за определенные временные отрезки, на основании которых производятся анализ и расчеты за потребленные виды энергии. Оперативно-измерительные функции АИСКУЭн, позволяют в реальном времени отслеживать режимы потребления и качество энергоносителей. Причем это касается не только электроэнергии: на автоматизированный учет можно поставить любой вид энергоносителя - газ, пар, воду, тепловую энергию» [30].

Наиболее выгодным для организации является наличие комплексной автоматизированной системы, совмещающей в себе статистические, и оперативно-измерительные функции, как коммерческого, так и технического учета – коммерческая диспетчеризация потребления энергоресурсов.

АИСКУЭн должно быть реализовано на базе серийно выпускаемых технических средств и программного обеспечения.

В соответствии с принципами построения систем АИСКУЭн данная система должна включать в себя:

- «счетчики электрической энергии, имеющие датчики-преобразователи, преобразующие измеряемую энергию в равносильное количество выходных импульсов или цифровой код (при использовании электронных реверсивных счетчиков - отдельно на каждое направление);
- устройства сбора и передачи данных (УСПД), собирающие информацию от счетчиков и передающие ее на верхние уровни управления;
- каналы связи с аппаратурой, образующей каналы для передачи измерительной информации;
- средства обработки информации (ПК, мобильное устройство)» [15].

С точки зрения самой системы измерения АИСКУЭн является широко форматной системой, так как система направлена на измерение не одного параметра, допустим электрической энергии, а на множество параметров, давление, температура, расход воды, потребление тепловой энергии, температуры наружного воздуха и т.д., при этом должно быть обеспечено соответствующая точность измерений, а также обработка информации о измеряемых параметрах.

Обеспечение выше указанных требований реализуется следующими техническими решениями:

1. Установка счетчиков с соответствующим классом точности в зависимости от назначения, коммерческий учет или технический учет. Так как коммерческим системам предъявляются высокие требования по метрологическим параметрам (точность измерений), то все устанавливаемые коммерческие приборы учета должны иметь соответствующую документацию о сертификации и о поверке приборов, в которых будет указано о соответствии заявляемых параметров.
2. Наличие концентратора цифровых сигналов (раздел 2.1.2 данной работы);
3. Наличие системы сбора и передачи информации.

4. Обеспечение надежных каналов связи, с функцией проверки достоверности передаваемых сигналов, и т.д.

2.4.1 Технические средства для учета потребления электрической энергии

Так как АИСКУЭн является широко форматной системой, рассмотрим оборудование для автоматизации системы коммерческого и технического учета потребления электрической энергии.

В первую очередь в состав данной системы входят электрические счетчики электрической энергии.

В качестве данных счетчиков будем использовать счетчики типа Меркурий, так как данные счетчики соответствуют всем требованиям предъявляемым к системам измерений, а также широко используются при внедрении систем АИИС КУЭ. При этом данный тип счетчиков уже установлен в некоторых ВРУ ТГУ, в связи с этим отсутствует необходимость в замене уже установленных счетчиков типа Меркурий.

Также в состав измерительного комплекса будут входить:

- промышленный контроллер (ПК), для обеспечения сбора данных с счетчиков Меркурий, реализацию вычислений, сохранения информации в случаи потери связи с центром сбора информации, а также передачу данных на выше стоящий системный уровень.

- центр сбора информации;

- автоматизированное рабочее место (АРМ) главного энергетика.

Данная систем будет реализована на основании специально разработанного ПАК (раздел 2.3). АРМ позволит реализовать диспетчеризацию данной системы, а также формировать отчетную и аналитическую информацию.

2.5 Автоматизация узла учета тепловой энергии

Целью автоматизации узла учета тепловой энергии является повышение надёжности контроля технологических процессов зданий, определение количества расходуемой тепловой энергии для коммерческого расчета с энергоснабжающей организацией.

2.5.1 Учёт и контроль тепловой энергии

Доля потребления тепловой энергии в ВУЗе составляет более 40% от общего потребления энергоресурсов. В связи с этим для повышения энергоэффективности и качества коммерческой диспетчеризации необходимо автоматизировать систему учета и контроля потребления тепловой энергии.

В соответствии с результатами проведенного энергетического обследования не все тепловые пункты оборудованы ПУТ, таким образом учреждение платит не по фактическим показателям, а по утвержденным нормативам.

Исходя из практики проведения энергетических обследований, фактическое потребление тепловой энергии существенно ниже утвержденных значений, в связи с этим, установка коммерческих узлов и интегрирование их в систему коммерческой диспетчеризации, является экономически оправданным техническим решением.

Внедрение автоматизированной системы учета тепла позволит решить следующие задачи:

- организация комплексного мониторинга потребления тепловой энергии в режиме реального времени;
- формирование статистической базы, на основании которой, станет возможным качественная проработка энергосберегающих мероприятий направленных на снижение потребления тепловой энергии;
- оперативно выявлять места с нерациональным использованием тепловой энергии;

- формировать прогнозные значения потребления тепловой энергии исходя из складывающихся климатических условий, т.е. оперативно планировать режим потребления тепловой энергии, особенно это актуально в межсезонье, когда отопительный сезон начался, но тренд температуры наружного воздуха (ТНВ) изменил направление в сторону повышения;

- оптимизация систем отопления в корпусах и установка стационарной регулирующей аппаратуры на радиаторах в учебных корпусах;

- достоверная оценка результатов проведенных мероприятий по промывке систем отопления и т.д.

В качестве ПУТ предлагается разделить систему на коммерческую и техническую. Коммерческие ПУТ необходимо устанавливать в тепловых пунктах на границе балансовой принадлежности, для коммерческих расчетов с поставщиком тепловой энергии.

Технические ПУТ, необходимо устанавливать в самих корпусах с разделением на назначение помещений, особенно это необходимо выполнить в корпусах, где имеются большие лекционные кабинеты (главный корпус, корпус «А»).

Разделение системы на данные категории позволит обеспечить высокое качество мониторинга потребления тепловой энергии в Тольяттинском государственном университете. В результате это существенно окажет влияние на повышение энергосбережения и энергоэффективности ТГУ.

Структура автоматизированной системы учета потребления тепловой энергии будет реализована аналогичным образом, как и система АИИС КУЭ.

В качестве данных счетчиков будем использовать счетчики типа ВКТ, так как данные счетчики соответствуют всем требованиям предъявляемым к системам измерений, а также имеют возможность передачи данных на устройства КП (раздел 2.1.2 данной работы). Данный тип счетчиков используются в ТГУ только в одном тепловом пункте, поэтому необходима комплексная замена систем измерений по тепловой энергии.

Также в состав измерительного комплекса будут входить:

- промышленный контроллер (ПК), для обеспечения сбора данных с счетчиков ВКТ, реализацию вычислений, сохранения информации в случае потери связи с центром сбора информации, а также передачу данных на выше стоящий системный уровень.

- центр сбора информации, который необходим в качестве приема информации от ПК, и передачи ее в систему сбора и хранения информации, систему управления базами данных (СУБД), а также передачу информации в АРМ главного энергетика. На первоначальном этапе центром сбора информации будет компьютер главного энергетика, при внедрении системы в качестве ЦСИ будет выступать серверное оборудование (раздел 2.2 данной работы)

- автоматизированное рабочее место (АРМ) главного энергетика.

Таким образом, рассмотрим конечную структуру системы с разделением по функционалу АИСКУЭн.

2.6 Конечная структура АИСКУЭн

Конечная структура коммерческой системы диспетчерского контроля потребления энергоресурсов Тольяттинского государственного университета будет соответствовать всем принципам построения систем АИСКУЭн.

Рассмотрим структуру системы АИСКУЭн с распределением по функционалу.

1. Сбор данных о состоянии энергохозяйства, в т.ч.:

- состояние схемы энергоснабжения (положение коммутационного оборудования), характеристики процессов (токи, напряжения, мощности, температура, давление и т.д.), данные о потреблении энергоресурсов, данные об аварийных процессах. Это будет реализовано за счет установленных приборов учета электрической, тепловой энергии, и расходомеров по ГВС и ХВС, а также привязка данных приборов к мнемосхеме в АРМ.

2. Обработку данных, в т.ч.: контроль достоверности, масштабирование, получение расчетных значений, включая расчет потребления энергоресурсов, маршрутизация, расчет ресурса работы оборудования. Данная функция будет реализована за счет устройств КП, серверного оборудования и АРМ.

3. Отображение данных: на локальных АРМ внутри объекта, на специализированном АРМ в службе главного энергетика, на удаленных рабочих местах - через Интранет.

4. Ретрансляцию данных: в ЛВС организации для предоставления всем заинтересованным кафедрам и институтам, в главный корпус ТГУ, в энергоснабжающие организации (при наличии с их стороны таких требований).

5. Хранение данных в SQL базах. Данная функция реализована за счет серверного оборудования

6. Управление энергообъектами: телеуправление коммутационным и вентильным оборудованием, автоматическое телеуправление по сценариям, телерегулирование. Данная функция будет реализована по необходимости, в соответствии от технического задания на проектирование системы АИСКУЭн.

Таким образом, трех уровневая система позволит реализовать в полной мере функционал внедряемой системы.

2.7 Примеры внедрения АИСКУЭн на территории Российской Федерации

Рассмотрим положительный опыт внедрения системы АИСКУЭн.

Система коммерческой диспетчеризации потребления энергоресурсов была установлена в многоквартирных домах на улице Новоселов, города Пенза, для удаленного сбора показаний приборов учета квартирного потребления газа и воды. Первая часть приборов установлена в доме номер 107 и насчитывает 55 квартир.

Задачи осуществленные в рамках проекта:

- В 55 квартирах установлены приборы учета воды и газа с дистанционной передачей показаний
- Настроен удаленный сбор показаний в личный кабинет управляющей компании
- Успешная интеграция личного кабинета «Waviot» и системы расчетов УК на базе 1С Создан
- процесс автоматизированной выписки счетов жильцам.

После качественно проведенных работ и высокой оценки клиента, в Пензу уже доставлены дополнительные 90 комплектов учетных устройств для учета воды и газа. В ближайшее время они будут установлены в новых квартирах соседнего дома который почти готов к эксплуатации.

Система коммерческой диспетчеризации была установлена была установлена в 4 многоквартирных трехэтажных домах на улице Маяковского, города Кукмор Республики Татарстан, для удаленного сбора показаний приборов учета квартирного потребления воды. Всего было оборудовано 96 квартир.

Задачи осуществленные в рамках проекта:

- В 96 квартирах установлены приборы учета воды с дистанционной передачей показаний
- Настроен удаленный сбор показаний в личный кабинет управляющей компании;
- Успешная интеграция личного кабинета АИСКУЭн и системы расчетов ЕРЦ. Создан процесс автоматизированной выписки счетов жильцам.

В результате внедрения данных систем снижение потребления энергетических ресурсов некоторых видов составило более 50%, что является очень хорошим показателем.

Данное снижение было обусловлено тем, что в режиме реального времени выявлялись все «слабые» места и своевременно устранялись, а

также позволило оперативно сводить балансы энергоресурсов по завершению месяца с высокой достоверностью.

Опираясь на данный положительный опыт, становится очевидным, что внедрение системы коммерческой диспетчеризации потребления энергетических ресурсов в Тольяттинском государственном университете является правильным решением, а главное экономически оправданным.

2.8 Выводы по разделу 2

В данном разделе проведен анализ назначения АИСКУЭн, ее технических средств, программное обеспечение, выбор среды передачи данных, осуществлен выбор технологии передачи данных, автоматизация контроля и учета электропотребления и ее назначение, осуществлен анализ систем учета тепловой энергии.

Разработана структура АИСКУЭн с распределением по функциональным требованиям.

Автоматизация системы контроля и учета электропотребления целесообразно реализовывать на базе отечественных систем, которые разработаны в соответствии с техническими требованиями РФ.

Также в разделе рассмотрен положительный опыт внедрения данной системы на территории Российской Федерации.

3 Оценка экономической эффективности внедрения системы коммерческой диспетчеризация ТЭР

Основным стимулом внедрения коммерческой диспетчеризации системы учета энергоресурсов является экономический эффект, получаемый в результате контроля и регулирования потребления энергоресурсов. Сами по себе приборы учета не экономят энергию. Однако, их установка обеспечивает для руководителей обратную связь, необходимую не только для контроля и текущего управления потреблением энергоресурсов, но и для осуществления долгосрочных программ энергосбережения. Поэтому внедрение коммерческой диспетчеризации системы учета и контроля обеспечивает повышение эффективности использования энергоресурсов и достаточно быстро приводит к экономии в размере 5-10% от общего расхода энергии в учебном заведении.

Экономия обусловлена возможностью: 1) учета, контроля и регулирования расхода энергоносителей; 2) выравнивания графиков нагрузки, соблюдения заданных лимитов, отключения неиспользуемого оборудования и других мер; 3) анализа и оптимизации использования энергоресурсов как в отдельных установках, так и на организации в целом.

Следует подчеркнуть, что уделив с самого начала больше внимания системе учета, можно затем в течение срока службы системы извлекать из этого финансовую выгоду, благодаря экономии энергоресурсов. Для того, чтобы рассчитать экономическую эффективность внедрения автоматизированной системы учета необходимо учесть текущую рыночную конъюнктуру, которая характеризуется ростом цен на энергоносители, оборудование и капитал, размерами налогов и другими факторами.

Расчет затрат, связанных с внедрением системы учета энергоресурсов, выполняется в предположении, что система внедряется в виде единого комплекса. Капитальные вложения в автоматизированную систему учета условно можно разбить на прямые и сопутствующие.

В состав прямых затрат входят затраты на приборы теплотехнического контроля, электрические счетчики и трансформаторы тока, измерительные преобразователи, блоки питания, устройства сбора данных, кабели и провода, специализированный вычислительный комплекс с ЭВМ и программным обеспечением, монтажные работы и прочие затраты. Прямые затраты определяются по данным заводов изготовителей или поставщиков с учетом транспортных расходов и действующей системы налогообложения. Расчет прямых затрат целесообразно вести по каждому типовому, стандартному узлу учета. При этом стоимость оборудования, используемого в нескольких узлах учета, например, блоков питания или устройств сбора данных, можно учесть с помощью коэффициента участия в работе данного узла.

Сопутствующие затраты - это договорная цена проектно-конструкторских, монтажных и пуско-наладочных работ. Предварительная оценка этих затрат показала, что величина их изменяется в зависимости от объема выполняемых работ и конфигурации внедряемой системы в пределах от 16 до 34 % прямых затрат.

Так как, затраты на энергоресурсы ТГУ, а также техническая и проектная документация носит конфиденциальный характер, то расчет экономической эффективности системы коммерческой диспетчеризации произведем исходя из базовых условий создания автоматизированной системы учета энергоресурсов.

Зная стоимость стандартных узлов учета и объем внедрения, определяют затраты на создание автоматизированной системы учета.

В разделе оценка экономической эффективности выполнено организационное и экономическое обоснование затрат на внедрение АИИС КУЭн в ТГУ.

Автоматизированная система контроля учета энергоресурсов в организации (АСКУЭн) необходима в новых рыночных условиях и подорожания энергоресурсов. При внедрении АСКУЭн появляется возможность делать прогнозы для закупки энергоресурсов, а так же при

помощи анализа расхода ресурсов снижать их расход, что приносит несомненную экономическую выгоду.

Организационное обоснование проекта заключается в определении наименования работ, их последовательности, трудоёмкости, а также в количестве и составе исполнителей, в определении затрат на исследовательских и монтажных работ (ИМР) по внедрению системы учета в организации.

3.1 Расчет затрат на ИМР по разработке и внедрению АИСКУЭн

Затраты на внедрение АИСКУЭн включает в себя затраты на исследовательские работы по разработке и внедрению АСКУЭн, затраты на основные материалы и комплектующие изделия. Данные для определения состава работ, их последовательности и трудоёмкости, количества ответственных исполнителей представлены в таблице 10, 11.

Таблица 10 – Состав работ по внедрению системы

Наименование этапов и стадий работ	Трудоемкость, чел/дни		Должность исполнителей	Кол-во исполнителей		Применяемое оборудование, дни
	<i>i</i>	Σ		<i>i</i>	Σ	
1	2	3	4	5	6	7
I. Предпроектное обследование						
Подготовительный этап (организационные мероприятия)	2	6	Ведущий инженер	1	4	Персональный компьютер (ПК),2
Документальное обследование	1		Инженер I категории	1		ПК,1
Инструментальное обследование	2		Инженер II категории	1		Комплекс измерительных средств,2
Оформление отчета	1		Инженер I категории	1		ПК,1

Продолжение таблицы 10

II. Разработка технического задания						
Анализ материалов предпроектного обследования	1	2	Ведущий инженер	1	2	ПК,1
Разработка Технического задания	1		Ведущий инженер	1		ПК,1
III. Разработка технорабочего проекта						
Разработка проектной документации	1	1	Инженер I категории	1	1	ПК,1
IV. Проведение монтажных работ						
Выполнение работ по монтажу конструктивных элементов АИИС КУЭн	20	52	Монтажник 5 разряда	2	7	Набор ручного и электрифици рованного инструмент а(РЭИ), 10
Сооружение кабельных каналов, монтаж кабельных лотков	20		Монтажник 4 разряда	2		РЭИ , 10
Выполнение работ по монтажу технических средств АИИС КУЭн	10		Монтажник 5 разряда	2		РЭИ, 5
Испытание смонтированных технических средств (автономное)	2		Инженер I категории	1		Комплекс измеритель ных средств,2
V. Проведение пуско-наладочных работ						
Автономная наладка технических и программных средств АИИС КУЭн	2	3	Инженер I категории	1	2	Комплекс измеритель ных средств,2
Загрузка информации в базу данных	1		Инженер II категории	1		ПК,1
VI. Проведение предварительных испытаний						
Опытная эксплуатация АИИС КУЭн	2	2	Инженер II категории	1	1	Комплекс измеритель ных средств,2
Итого:		66				

Продолжение таблицы 10

В том числе						
Ведущий инженер	4					
Инженер I категории	7					
Инженер II категории	5					
Монтажник 5 разряда	30					
Монтажник 4 разряда	20					
						Дни
Компьютер IP-IV						8
Комплекс измерительных средств						8
Набор ручного и электрифицированного инструмента						25

Таблица 11 - Исходные данные для расчета затрат по внедрению АИСКУЭн

Наименование показателей	Единицы измерения	Абсолютная величина
1	2	3
Директивное время проведения работ	Дней	41
Среднемесячные оклады:		
Ведущий инженер	руб.	11700
Инженер 1 категории	руб.	10100
Инженер 2 категории	руб.	9500
Монтажник 5 разряда	руб.	10100
Монтажник 4 разряда	руб.	11700
Часовые тарифные ставки:		
Монтажник 5 разряда	руб.	34,43
Монтажник 4 разряда	руб.	32,48
Коэффициент накладных расходов		0,6
Коэффициент отчислений на соц. нужды, в том числе:		0,262
Пенсионный фонд		0,18

Продолжение таблицы 11

Федеральный фонд мед. страхования		0,06
Фонд социального страхования		0,022
Стоимость 1 кВт электроэнергии	руб.	2,2
Коэффициент транспортно-заготовительных расходов		
основные материалы	%	6
покупные материалы	%	4
Установленная мощность оборудования:		
Компьютер IP-IV	кВт	0,2
Комплекс измерительных средств	кВт	1
Набор ручного и электрифицированного инструмента	кВт	2
Коэффициент использования по мощности (Кисп)		0,86
Компьютер IP-IV		0,5
Набор ручного и электрифицированного инструмента		0,5
Комплекс измерительных средств		0,95
Средняя норма амортизационных отчислений	%	13
Первоначальная стоимость оборудования:		
Набор ручного и электрифицированного инструмента	руб.	9800
Комплекс измерительных средств	руб.	50000
Компьютер	руб.	25000
Режим работы предприятия:		
Продолжительность рабочего дня	Час	8
Количество смен в сутки	смена	1
Количество рабочих дней в неделю	Дни	5
Количество выходных дней в год	Дни	104
Количество праздничных дней в год	Дни	12
Количество нерабочих часов в предпраздничные дни	Час	1
Количество планируемых невыходов в год	Дни	5
Премии и доплаты за работу на производстве	%	25

3.2 Расчет затрат на ИМР

Эффективный годовой фонд рабочего времени

$$F_{\text{ЭФФ.год}} = (D_p \times T_{\text{см}} - D_{\text{пр}} \times T_{\text{см}}) \times C - D_{\text{ппр}} \times T_{\text{ппр}}, \quad (3.1)$$

где: « D_p – количество рабочих дней; $D_p = D_k - D_{\text{вс}} - \frac{D_{\text{сб}}}{2}$,

где D_k – количество календарных дней;

$D_{\text{вс}}$ – количество выходных дней;

$D_{\text{сб}}$ – количество суббот в году;

$T_{\text{см}}$ – количество часов в смену, 8 часов;

$D_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней;

C – количество смен, 1» в соответствии с [16].

$$D_p = 365 - 104 - 12 = 249 \text{ дней}$$

$$F_{\text{ЭФФ.год}} = 249 \times 8 \times 1 - 7 = 1985 \text{ час};$$

Среднее количество рабочих дней в месяце:

$$D_{\text{ср}} = \frac{F_{\text{ЭФФ}}}{12 \times q} \quad (3.2)$$

где : $F_{\text{ЭФФ}}$ – эффективный годовой фонд рабочего времени;

q – продолжительность рабочего дня;

$$D_{\text{ср}} = \frac{1985}{12 \times 8} \approx 21 \text{ дня}$$

Заработная плата инженерно-технических работников в день:

$$З_{ИТР} = \frac{О_{срi}}{Д_{срi}}, \quad (3.3)$$

где, $O_{срi}$ – должностной оклад работника.

$$З_{пл} = O_{ср.день} \times Тр, \quad (3.4)$$

где, Тр – трудоемкость, чел/дни.

Расчет заработной платы ИТР представлен в таблице 3.3

Таблица 12 - Длительность работы и заработная плата исполнителей

Должность исполнителя	Кол-во исполнителей, чел.	Зарботная плата в день, руб.	Трудоемкость, чел/день	Зарплата, руб
Инженер I категории	1	495,3	8	3962,4
Ведущий инженер	1	557,2	5	2786,5
Инженер II категории	1	452,4	11	4976,4
Итого				13868,3

Зарботная плата производственных рабочих:

$$З_{пр} = S_{ch} \times g \times t_i \quad (3.5)$$

где: « S_{ch} - тарифная ставка;

q - продолжительность рабочего дня;

t_i - трудоемкость i -ого рабочего» [20].

Расчет заработной платы производственных рабочих представлен в таблице 7.4

Таблице 13 - Тарифная заработная плата производственных рабочих

Специальность	Тарифная ставка, S_{ch} руб.	Продолжительность раб. дня, g, час	Трудоемкость, t_i	Зарплата, руб.
Монтажник 5 разряда	34,43	8	6	1559
Монтажник 4 разряда	32,48	8	3	826,3
Итого:				2385,3

Зарплата основная:

$$Z_{OCH} = Z_{TAP} \times (1 + K_{IP}), \quad (3.6)$$

где: « K_{IP} – премии, связанные с работой на производстве;

Z_{TAP} -тарифная заработная плата инженерно-технических работников, руб.» [5];

$$Z_{OCH} = 2385 \times (1 + 0,25) = 2981,7 \text{ руб}$$

Расчет заработной платы исполнителей:

$$Z_{ИСП} = Z_{ИТР} + Z_{OCH} \quad (3.7)$$

где: « $Z_{ИТР}$ – заработная плата инженерно-технических работников, руб.;

Z_{OCH} – основная заработная плата рабочих повременщиков, руб.» [5];

$$Z_{ИСП} = 13868,3 + 2981,7 = 16850 \text{ руб}$$

Необходимые соц.отчисления:

$$C_{\text{соц}} = Z_{\text{исп}} \times K_{\text{соц}} \quad (3.8)$$

$$C_{\text{соц}} = 16850 \times 0,262 = 4414,7 \text{ руб}$$

Расчет затрат на основные материалы представлен в таблице 14.

Таблица 14 - Затраты на основные материалы

Наименование материала	Марка, размер	ГОСТ, ТУ	Ед. изм.	Норма расхода на 1000 штук	Цена за единицу (руб.)
1	2	3	4	5	6
Сталь листовая	Б-ПН-05ПГО8КП	19903-95	кг.	36	6,70
Сталь легированн.	АС35Г2Т	7417-91	кг.	250	10,52
Сталь конструкц.	20Н-6	7417-75	кг.	50	13,62
Алюминий-евые профили	АК12М2	45-5-28-72	кг.	200	37,29
Медная труба	М2П/Т	48-21-50-92	кг.	48	60,90
Провод медный	ПЭТ200	16500937-96	кг.	75	78,75
Провод медный	ПЭТВ-1	16705110-95	кг.	100	100,63

Продолжение таблицы 14

Шнур бумажный	МП	8184-443-96	кг.	7,15	26,73
Трубка поливинилхлоридная	ШТВ-407	19034-83	кг.	0,004	55,83
Трубка Электроизоляционная	ТПВ	9614-95	кг.	4	3,58
Картон изоляционный	ЭВ	2824-95	кг.	0,5	27,56
Пленка электроизоляционная	ПЭТФ	6-05-1794-96	кг.	14	109,57
Бумага парафинированная	БП5-35	9596-94	кг.	30	21,21
Бумага водонепроницаемая	А40	8828-91	кг.	5,6	8,73
Картон гофрированный	Т	7376-94	м	1	7,99
Итого					32349,25

Затраты на основные материалы с учетом транспортно-заготовительных расходов.

$$C_{OCH} = \sum_{i=1}^n S_M \cdot (1 + K_{ТЗ}), \quad (3.9)$$

где : « $K_{ТЗ}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов;

S_M – стоимость основных материалов, руб.»[26];

$$C_{OCH} = 569,61 \cdot (1 + 0,06) = 34,29 \text{ т.руб.}$$

Полную стоимость покупных комплектующих изделий определили по таблице 15.

Таблица 15 - Стоимость покупных комплектующих изделий (цены договорные)

Наименование изделия	Марка, размер	ГОСТ, ТУ	Ед. изм	Количество штук	Цена за единицу (т. руб.)
1	2	3	4	5	6
Преобразователь измерительный	"ИСТОК-ТМ"	ГОСТ 8.563-97	шт.	7	37111
Счетчики воды	СТВХ-100	Г7798 – 70	шт.	8	7980
Плата ввода	16 каналов	ТУ 1267-75634-1231	шт.	4	24603
Устройство сервисное (УС-01)	(RS232/RS485; охранный таймер; ключ; корректор времени)	ГОСТ 8.432-02	шт.	2	10620
Приемник меток времени GPS	(антенна от -40°С)	ГОСТ 8.5558-97	шт.	1	38940
Гайка М8	1/25745/11	Г5915-70	шт.	6 000	3,1
Колодка штекера	Г222-1216		шт.	1 000	8,70
Шайба	252/33(Х-4001)	105-90	шт.	9 000	1,00
Выпрямительный блок	БВП-3512	ТУ 5678-6229-6574	шт.	1000	48
Итого					298780

Затраты на силовую электроэнергию:

$$C_{\text{ЭЛ}} = Q_{\text{ЭЛ}} \times \text{Ц}_{\text{ЭЛ}}, \quad (3.10)$$

где: $\text{Ц}_{\text{ЭЛ}}$ – стоимость электроэнергии за 1 кВт·ч, руб;

$Q_{\text{ЭЛ}}$ – количество электроэнергии определяется по формуле (3.11):

$$Q_{\text{ЭЛ}} = N_{\text{УСТ}} \times t_{\text{М}}, \quad (3.11)$$

где: $N_{\text{УСТ}}$ – установленная типовая мощность прибора, кВт;

$t_{\text{М}}$ – машинное время работы оборудования, час;

$$t_{\text{М}} = T_{\text{ОБОР}} \times q \times \text{Д} \times \text{К}_{\text{ЗАГ}}, \quad (7.12)$$

где « $T_{\text{ОБОР}}$ – количество дней работы оборудования; $T_{\text{ОБОР}} = 4$ дн.;

Д – количество смен в сутки; приняли $\text{Д} = 1$;

$\text{К}_{\text{ЗАГ}}$ – коэффициент загрузки оборудования по таблице 3.7;

q – продолжительность рабочего дня: принимаем $q = 8$ ч» [17].

Таблица 16 - Затраты на силовую электроэнергию

Наименование оборудования	N, кВт	Кзаг	Кисп	д, дни	N экс	Q,кВт-час	Сэл, руб
Компьютер IP-IV	0,2	0,5	0,5	8	1	3,2	7,04
Комплекс измерительных средств	1	0,95	0,5	8	1	32,95	72,49
Набор ручного и электрифицированного инструмента	2	0,8	0,95	25	1	51,2	112,64
Итого							192,17

Расчет амортизационных отчислений:

$$A_M = \frac{C_{\text{ОБ}} \times H_{\text{АМ}} \times \sum t_M}{100 \times F_{\text{ЭФ.ОБОР}}}, \quad (3.13)$$

где: « $H_{\text{АМ}}$ – годовая норма амортизационных отчислений; принимаем

$H_{\text{АМ}} = 13\%$ по таблице 3.2;

$C_{\text{ОБ}}$ – первоначальная стоимость оборудования, руб.;

t_M – машинное время работы i -го оборудования, час;

$F_{\text{ЭФ.ОБОР}}$ – эффективный годовой фонд рабочего времени оборудования, час;» [17] рассчитывается по формуле (3.14):

$$F_{\text{ЭФ.ОБОР}} = F_{\text{ЭФФ}} \times K_{\text{ЗАГ}} \quad (3.14)$$

где: « $F_{\text{ЭФФ}}$ – эффективный годовой фонд рабочего времени;

$K_{\text{ЗАГ}}$ – коэффициент загрузки оборудования» [23];

Расчет затрат на амортизационные отчисления сведен в таблице 3.8.

Таблица 16 - Расчет затрат на амортизационные отчисления

Наименование оборудования	Соб	Кзагр	Нам, руб	$\sum t$, час	$F_{\text{ЭФ.ОБОР}}$	A_M , руб
Компьютер IP-IV	25000	0,5	0,13	64	993	20,9
Комплекс измерительных средств	50000	0,95	0,13	64	1886,7	22,44
Набор ручного и электрифицированного инструмента	9800	0,8	0,13	200	1588,8	16,74
Итого						60,08

Расчет накладных расходов.

$$C_{\text{НР}} = Z_{\text{исп}} \times K_{\text{НР}}, \quad (3.15)$$

где: « $Z_{\text{исп}}$ – заработная плата исполнителей, руб.,

$K_{\text{НР}}$ – коэффициент накладных расходов» [18]

$$C_{\text{НР}} = 16850 \cdot 0,6 = 10110 \text{ руб.}$$

Результаты расчёта затрат на ИМР по созданию АСКУЭн установки сведены в таблице 17. Г.

Срок окупаемости аналогичных мероприятий на «площадках», где уже имеются соответствующие проекты, составляет примерно 5,2 года. Расчет экономии по системам при реализации мероприятия по установке приборов учета представлен в таблице ниже.

Экономический эффект от данного мероприятия можно разбить на две составные части – прямой эффект и косвенный. Прямой эффект достигается за счет увеличения класса точности приборов учета, а также ухода от оплаты ресурсов по лимитам. Косвенный эффект связан с тем, что появляется тех. учет и возможность отслеживать потребление ресурсов на конкретных участках, а значит снижать нерациональное потребление ресурсов, вводить удельные показатели потребления топливно-энергетических ресурсов и отслеживать их.

Оценим необходимый объем инвестиций для мероприятия:

$$Ц_{\text{общ}} = T_{\text{ок}} \cdot Э_{\text{общ}} = 5,2 \cdot 346,2 \approx 1800 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица 17 - Расчет накладных расходов

Наименование затрат	Удельный вес, %
Затраты на основные материалы	0.2
Затраты на покупные и комплектующие изделия	0.0
Затраты на электроэнергию	0.1
Заработная плата исполнителей	21.2
Отчисления на социальные нужды	3.1
Амортизационные отчисления	0.0
Накладные расходы	0.6
Покупка программного обеспечения и серверного оборудования	74.8
Итого	100

Итого полная стоимость с учетом всех затрат и затрат на покупку программного обеспечения составят 1,8 млн. руб.

Предприятия промышленности и энергетики эксплуатирующие автоматизированные системы учета энергоресурсов сообщают о снижении на 2-4% потребления энергии (воды, пара) по сравнению с расчетами, производимыми по диаграммам. Это достигается за счет непрерывного приведения расхода энергоресурсов в преобразователе к нормальным условиям, что невозможно при использовании диаграмм.

АЙСКУЭн позволяет вести учет энергоносителей в любом их сочетании, что позволяет резко сократить эксплуатационные затраты, по сравнению с эксплуатацией целого парка различных устройств, дифференцированных по видам энергоносителей.

3.3 Вывод по разделу 3

В данном разделе проведена оценка экономической эффективности внедрения системы коммерческой диспетчеризация ТЭР.

Рассмотрен вопрос затрат на монтаж оборудования, закупку программного обеспечения, а также рассмотрен вопрос сроков окупаемости на основании внедрения систем АИСКУР на аналогичных площадках.

АИСКУЭн позволяет вести учет энергоносителей в любом их сочетании, что позволяет резко сократить эксплуатационные затраты, по сравнению с эксплуатацией целого парка различных устройств, дифференцированных по видам энергоносителей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрена возможность внедрения коммерческой диспетчеризации потребления энергетических ресурсов в Тольяттинском государственном университете.

В ходе написания работы были проанализированы сведения о организации, об объемах производства, фактического потребления электрической энергии, и затрат на ее покупку.

Для формирования технического задания на создание коммерческой диспетчеризации потребления энергетических ресурсов в Тольяттинском государственном университете, во второй главе было рассмотрено проведение энергетического обследования узлов учета ТГУ, составлена программа энергоаудита, описан основной перечень проведенных работ, по результатам которых была составлена структура, и определены необходимые технические средства АИСКУн. В работе приведены краткие результаты энергоаудита.

По результатам полученных данных выбрали структуру программного комплекса для обеспечения функционирования АИСКУн.

Приведен расчет экономических затрат на внедрение данной системы и ориентировочный срок окупаемость.

По результатам выполненной магистерской работы, становится очевидным, внедрение коммерческой диспетчеризации потребления энергоресурсов в ТГУ создаст не только предпосылки для внедрения системы энергоменеджмента на основе ГОСТ Р ИСО 50001-2012, улучшения показателей качества энергетической эффективности, но и сформирует целостную картину энергоситуации в ТГУ в режиме реального времени, и как следствие позволит прорабатывать вопросы энергосбережения на очень высоком уровне, что существенно ускорит темпы внедрения энергоэффективных мероприятий и технологий как в хозяйственную часть, так и в технологии образовательных процессов в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Об энергосбережении. Федеральный закон Российской Федерации от 03 апреля 1996 г. № 28-ФЗ.
2. Об электроэнергетике. Федеральный закон Российской Федерации от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ.
3. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Текст]: федер. закон: [принят Гос. Думой 11 ноября 2009 г.: одобр. Советом Федерации 18 ноября 2009 г.]. – М.: - (Актуальный закон).
4. Российская федерация. Государственная программа. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года [Текст]: гос. программа: [Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. № 2446-р]
5. Сиваев С.Б. Создание и деятельность энергосервисных компаний и перфоманс-контрактов в России. Том 1: Энергосервис и перформанс контракты: возможности и проблемы их реализации в России/ С.Б. Сиваев; под ред. И.Г. Грицевич – Всемирный фонд дикой природы (WWF) – М., 2011. – 109 с.
6. Туликов А.В. Создание и деятельность энергосервисных компаний и перфоманс -контрактов в России. Том 2: Проекты подзаконных актов и других нормативных документов, регулирующих создание и деятельность энергосервисных контрактов и перфоманс-контрактов в России / А.В. Туликов; под ред. Грицевич И.Г. – Всемирный фонд дикой природы (WWF) Всемирный фонд дикой природы (WWF) – М., 2011. – 91 с.
7. Guide to Energy Performance Contracting Best Practices [Text] - Department of Energy & Climate Change. - 2015. – URL: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/395076/guide_to_energy_performance_contracting_best_practices.pdf

8. Păunescu C. Effective energy planning for improving the enterprise's energy performance [Text] / C. Păunescu, L. Blid // Management și Marketing. Challenges for the Knowledge Society. – 2016. – Vol. 11. - Issue 3. - PP. 512 – 531. - URL: <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/mmcks.2016.11.issue-3/mmcks-2016-0013/mmcks-2016-0013.pdf>
9. Ionescu M. The management of the energy companies [Text] / M. Ionescu // The Annals of the University of Oradea. Economic Sciences. – 2014. – Vol. XXIII. - Issue 1. - PP. 1184 – 1193. – URL: <http://anale.steconomieuoradea.ro/volume/2014/n1/131.pdf>
10. Bellido J. ESCO formation as enabling factor for smart cities development in European Union (UE): Spain case analysis [Text] / J. Bellido, B. Romero // Independent Journal of Management & Production. – 2015. - Vol. 6. - № 4. - PP. 866 – 884. – URL: <http://www.ijmp.jor.br/index.php/ijmp/article/view/325/252>
11. Rojas-Renteria J. An Electrical Energy Consumption Monitoring and Forecasting System [Text] / J. Rojas-Renteria, T. Espinoza-Huerta, F. Tovar-Pacheco, J. Gonzalez-Perez, R. Lozano-Dorantes // Engineering, Technology & Applied Science Research. – 2016. - Vol. 6. - № 5. - PP. 1130 – 1132. – URL: <http://www.etasr.com/index.php/ETASR/article/download/776/375>
12. Kott M. Efficiency of Electricity Utilisation in Households in the Context of European Energy Policy [Text] / M. Kott // Acta Energetica. - 2015. - Vol. 4. - № 25. - PP. 54 – 59. – URL: http://www.actaenergetica.org/uploads/oryginal/pdf_import/b77a3196_Kott-Efficiency-of-Electricity.pdf
13. Laskurain I. Contribution to Energy Management of the Main Standards for Environmental Management Systems: The Case of ISO 14001 and EMAS [Text] / I. Laskurain, A. Ibarloza, A. Larrea, E. Allur // Energies. - 2017. - № 10. - URL: <http://www.mdpi.com/1996-1073/10/11/1758>
14. Stegăroiu C. The organizational integration of energy management [Text] / C. Stegăroiu // Analele Universității Constantin Brâncuși din Târgu Jiu:

SeriaEconomie. – 2014. - Issue 5. - PP. 39 – 42. – URL: http://www.utgjiu.ro/revista/ec/pdf/2014-05/07_Stegaroiu.pdf

15. Mahapatra C. Energy Management in Smart Cities Based on Internet of Things: Peak Demand Reduction and Energy Savings [Text] / C. Mahapatra, A. Moharana, V. Leung // Sensors. - 2017. - URL: <http://www.mdpi.com/1424-8220/17/12/2812>

16. Practical Guide for Implementing an Energy Management System [Text] / United Nations Industrial Development Organization. – 2013. - URL: <http://www.energia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/Practical-Guide-EnMS-Implementation.pdf>

17. Федоров М.А. Анализ технических рисков при реализации энергосервисных контрактов / М.А. Фёдоров, Н.С. Дельчев, Р.Л. Мусакаев, А.А. Козуб // Студенческие Дни науки в ТГУ: научно-практическая конференция (Тольятти, 2 - 27 апреля 2018 года): сборник студенческих работ. - Тольятти: Изд-во ТГУ. - 2018. - С.152-153

18. Дельчев Н.С. Энергетическая эффективность в промышленности. Измерение и контроль / Н.С. Дельчев, М.А. Фёдоров, Р.Л. Мусакаев, А.А. Козуб // Студенческие Дни науки в ТГУ: научно-практическая конференция (Тольятти, 2 - 27 апреля 2018 года): сборник студенческих работ. - Тольятти: Изд-во ТГУ. - 2018. - С.143

19. Федоров М.А. К вопросу реализации программ энергосбережения. Комплексный энергосервисный контракт/ М.А. Федоров, Н.С. Дельчев // «Молодежь. Наука. Общество»: Всероссийская студенческая научно-практическая междисциплинарная конференция (Тольятти, 5 декабря 2018 года): электронный сборник студенческих работ – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2018. – С.713 - 714

20. Шаповалов В.А. Организация эксплуатации и ремонта электрооборудования: практикум/ В.А. Шаповалов. – Тольятти: Изд - во ТГУ, 2016. – 32 с.

21. Попов Г.В. Определение индекса технического состояния силовых трансформаторов в процессе их эксплуатации/ Г.В. Попов, И.Б. Игнатъев// «Вестник ИГЭУ» Вып. 4, 2014.
22. Вахнина В.В. Электроэнергетика и электротехника. Выполнение магистерской диссертации: учебно-методическое пособие для студентов направления 13.04.02 / В.В. Вахнина, А.Н. Черненко, О.В. Самолина. – Тольятти: ТГУ, 2018. – 36 с.
23. О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики. Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. № 889.
24. Об Энергетической стратегии РФ на период до 2030 г. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р.
25. Система технического обслуживания и ремонтов оборудования [Электронный ресурс]: <https://eam.su/1-sistema-texnicheskogo-obsluzhivaniya-i-remontov-oborudovaniya-2.html> (дата обращения: 19.09.2017)
26. Гаврилюк Е.А. Комплексная оценка технического состояния систем автоматического управления газоперекачивающими агрегатами/ Е.А. Гаврилюк, С.А. Манцеров, Синичкин С.Г.// Фундаментальные исследования № 11. – 2014. – С. 2141 – 2145
27. ООО «Фениче РУС» Официальный сайт [Электронный ресурс]: <http://www.fenicerus.ru/ru/projects> (дата обращения: 12.05.2017)
28. Фатхутдинов Р.И. Экономические аспекты энергосбережения/ Р. И. Фатхутдинов, А.З. Аюпова, Д.И. Баимова, Г.Ф. Галиева// Вопросы экономики и права. № 22017. - С. 64 – 69
29. Кокшаров В.А. Систематизация факторов энергоэффективности промышленного предприятия/ В.А. Кокшаров// Вестник Пермского университета Вып. 1(28). – 2016. – С. 147 – 156
30. Балашова Е.Е. Инструменты мотивации персонала организации / Е.Е. Балашова, О.А. Трифонов// Молодой ученый. — 2016. — №11. — С.

1739-1741. — <https://moluch.ru/archive/115/30527/> (дата обращения: 05.04.2019).

31. Шаповалов С.В. Энергосбережение и энергосберегающие технологии: учеб. пособие / С.В. Шаповалов, О.В. Самолина, Н.А. Шаповалова. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2012. – 99 с. : обл.

32. Лозенко В.К. Развитие организационных механизмов – ключевой фактор инновационного прогресса в управлении энергоэффективностью / В.К. Лозенко, М.К. Агеев // Журнал «Контроллинг». – 2012. – №1 (43). – С. 55-61.

33. Лозенко В.К. Практика расчетов индикаторов энергоэффективности технологического оборудования по критериям Постановлений Правительства РФ №308 и №562 / В.К. Лозенко, Д.В. Михеев // «Инфраструктурные отрасли экономики: проблемы и перспективы развития»: сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции. – Новосибирск, Издательство ЦРНС, 2015. – С. 155–159.

34. Сибикин Ю.Л. Электроснабжение промышленных предприятий и установок /Ю.Л. Сибикин, М.Ю. Сибикин, В.А. Яшков; под общ. ред. В.А. Яшкова. – М. : ФОРУМ, 2017.

35. Зарипов Р.Х. Разработка и реализация современных методов организации, управления и технологий бережливого производства на промышленных предприятиях республики Татарстан. Набережные Челны: АНО «Академия менеджмента», 2015. 344 с.