

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте

Факультет техники и технологии

Кафедра электрооборудования и автоматизации производственных процессов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ Ю.С. Сергеев
_____ 2017 г.

Разработка автоматизированной системы учета электроэнергии потребителей
д. Филимоново Чебаркульских РЭС ОАО «МРСК-Урала»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности
к.т.н., доцент

_____ С.Н. Трофимова
_____ 2017 г.

Руководитель работы
к.т.н., доцент

_____ С.Н. Трофимова
_____ 2017 г.

Экономическая часть

к.т.н., доцент

_____ С.Н. Трофимова
_____ 2017 г.

Автор работы

студент группы ФТТ-403

_____ К.В. Ширяева
_____ 2017 г.

Нормоконтролер

ст. преподаватель

_____ О.В. Терентьев
_____ 2017 г.

Златоуст 2017

АННОТАЦИЯ

Ширяева К.В. Разработка автоматизированной системы учета электроэнергии потребителей д. Филимоново Чебаркульских РЭС ОАО «МРСК-Урала» – г. Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2017 г., 60 с., 11 ил., библиогр. список – 20 наим., 9 листов чертежей ф. А1.

В настоящей выпускной квалификационной работе произведена разработка автоматизированной системы учета электроэнергии потребителей деревни Филимоново Чебаркульских РЭС ОАО «МРСК-Урала». Выполнен расчет электрических нагрузок и выбор оборудования.

Разработана структурная схема АСКУЭ деревни Филимоново, выбрано оборудование для организации автоматизированной системы учета электроэнергии.

В технико-экономическом расчете произведен расчет сметной стоимости системы, экономического эффекта от внедрения АСКУЭ и срок окупаемости.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены вопросы безопасного обеспечения работ при обслуживании АСКУЭ, экологической безопасности и вопросы обеспечения безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций.

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка автоматизированной системы учета электроэнергии потребителей д. Филимоново Чебаркульских РЭС ОАО «МРСК-Урала». Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
						Д	4	60
Разраб.		Ширяева К.В.				Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоуст Кафедра ЭАПП		
Провер.		Трофимова С.Н.						
Т. Контр.		Сандалов В.М.						
Н. Контр.		Терентьев О.В.						
Утверд.		Сергеев Ю.С.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	7
2 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ...	12
2.1 Анализ электрооборудования.....	12
2.2 Анализ потерь электроэнергии.....	13
2.3 Характеристика потребителей электроэнергии.....	16
3 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПОТРЕБИТЕЛЕЙ	20
3.1 Расчет электрических нагрузок бытовых потребителей	20
3.2 Расчет электрических нагрузок производственных объектов	23
3.3 Расчет электрических нагрузок общественных зданий	24
4 ВЫБОР МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ И ЧИСЛА ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ.....	26
5 ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТП	30
5.1 Выбор силового трансформатора.....	30
5.2 Проверка трансформаторов на систематическую перегрузку	32
5.3 Проверка трансформаторов на аварийную перегрузку	33
6 РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	35
6.1 Понятия и основные положения концепции АСКУЭ	35
6.2 Микропроцессорные счетчики учета электроэнергии и мощности ..	36
6.3 Устройства сбора и передачи данных	39
6.4 Программное обеспечение.....	41
7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	43
7.1 Исходные положения	43
7.2 Капитальные вложения	43
7.3 Расчет экономии эксплуатационных расходов.....	45
7.4 Расчет экономической эффективности.....	46
8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	48
8.1 Краткое описание системы электроснабжения д. Филимоново	48
8.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов.....	48
8.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса	49
8.4 Охрана труда	50
8.5 Производственная санитария	53
8.6 Эргономика и производственная эстетика.....	54
8.7 Противопожарная и взрывобезопасность	55
8.8 Экологическая безопасность	56
8.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	59

ВВЕДЕНИЕ

Электроэнергия является одним из самых дорогих видов ресурсов, а ее правильный и точный учет – важной задачей для поставщиков энергии. Так как количество абонентов в сети достаточно велико, то получение достоверных показаний является важным критерием для проведения точных расчетов потребления. Прежде всего, данная проблема актуальна в сельских местностях и дачных кооперативах.

Деревня Филимоново является административным центром Филимоновского сельского поселения. Населения деревни составляет 1560 человек. Присутствуют потребители 2 и 3 категорий надежности электроснабжения. Электроснабжение осуществляется от четырех трансформаторных подстанций: ТП № 60, ТП № 232, ТП № 295, ТП № 516.

Электрические сети деревни Филимоново находятся в изношенном состоянии. Отсюда – большие потери, кроме того связанные с воровством, перебои в подаче электроэнергии. Также, показания приборов учета электроэнергии собираются исключительно вручную. Показания сдаются либо жильцами, либо снимаются обходчиками, что не исключает влияние человеческого фактора и вызывает необходимость держать в штате обходчиков и обработчиков снятых показаний.

Высокая стоимость энергоресурсов обусловила в последние годы кардинальное изменение отношения к организации энергоучета в промышленности и других энергоемких отраслях (транспорт и жилищно-коммунальное хозяйство). Сетевые компании терпят огромные убытки. Для их компенсации электроэнергетика уже давно практикует использование автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии – АСКУЭ.

Современная система учета электроэнергии сводит к минимуму участие человека на этапе измерения. Она обеспечивает не только достоверность, точность и оперативность сбора информации, а также сообщает о внештатных ситуациях, позволяет выявить факты хищений электроэнергии и дистанционно отключить неплательщиков.

Целью выпускной квалификационной работы является снижение потерь электроэнергии в сети.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- сравнить отечественные и передовые зарубежные технологии и решения;
- провести анализ существующей системы электроснабжения;
- выполнить расчет нагрузок потребителей деревни Филимоново;
- выполнить расчет и выбор оборудования;
- разработать автоматизированную систему учета электроэнергии;
- рассчитать технико-экономических показателей;
- рассмотреть вопросы безопасности жизнедеятельности.

Объект: система электроснабжения деревни Филимоново.

Предмет: автоматическая система контроля и учета электроэнергии

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

Важной проблемой электрических сетей в деревнях является невозможность точного отслеживания потребления электроэнергии. Для решения данной проблемы существует автоматическая система контроля и учета электроэнергии. Главный элемент АСКУЭ – это микропроцессорный счетчик, который обладает широкими функциональными возможностями. На рисунке 1.1 изображена структурная схема микропроцессорного счетчика.

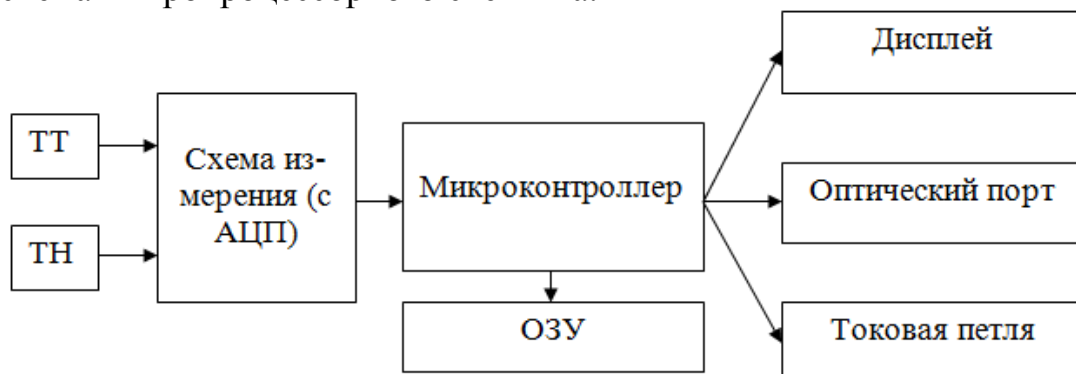


Рисунок 1.1 – Схема микропроцессорного счетчика

Микропроцессорный счетчик состоит из измерительных трансформаторов тока и напряжения, схем измерения (аналого-цифровые преобразователи), микроконтроллера, который обрабатывает цифровые сигналы, памяти для хранения данных счетчика. Для определения значения потребляемого тока используются трансформаторы тока. Данные о количестве потребленной электроэнергии выводятся на жидкокристаллическое табло, параллельно идет запись в память счетчика. Питание происходит от подключенных к ним цепей напряжения. Также на счетчик устанавливается резервное питание, которое представляет собой аккумуляторные батареи, для поддержания целостности важной информации [1].

Микропроцессорные счетчики появились в 70-е годы в Европе наряду с индукционными счетчиками электроэнергии. Такие счетчики позволяют решить более сложные задачи по сравнению с простым накопительным учетом электроэнергии. Преимущества и недостатки микропроцессорных и индукционных счетчиков представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Сравнение микропроцессорных и индукционных счетчиков электроэнергии

Характеристики	Микропроцессорные счетчики	Индукционные счетчики
Класс точности	0,2S; 0,5S; 1,0	Не более 2,0
Точность в условии низких и быстропеременных нагрузок	Не изменяется	Нарушается
Многотарифность	+	–
Защита от хищений и несанкционированного доступа	+	–

Окончание таблицы 1.1

Дистанционный сбор данных	+	–
Учет различных видов электроэнергии	+	–
Защищенность от перенапряжений	–	Не подвержен перенапряжениям
Средняя наработка на отказ (часов)	Не менее 120 000	Не менее 150 000
Стоимость (руб.)	От 2000 (однотарифный)	От 500

Микропроцессорные счетчики могут измерять активную и реактивную мощность в соответствии с тарифом, записывать графики нагрузки и хранить их в своей памяти до года, отслеживать характеристики сети: частоту, напряжение, ток. В зависимости от возможностей счетчика, стоимость может отличаться в разы.

Современные цифровые счетчики не используют реле, передающие импульсы. Они формируют пакеты данных о потреблении электроэнергии в киловаттах. Данные не требуют переработки, их передача осуществляется за несколько секунд в момент осуществления связи с компьютером, который является вторым уровнем. При отсутствии связи информация хранится в памяти до года. В процессе передачи данных происходит обмен командами, который подтверждает правильность информации [2].

Проанализировав все преимущества и недостатки микропроцессорных и индукционных счетчиков, нужно отметить, что, несмотря на высокую стоимость, микропроцессорные счетчики окупаются в довольно короткие сроки благодаря защищенности от внешних воздействий.

Энергоснабжение крупных территорий основано на принципе разделения центров производства и систем доставки электроэнергии потребителям. Системы передачи распределяют между потребителями электроэнергию от различных производителей. Определить долю производства одной подстанции от всего объема электроэнергии в любой момент времени можно с помощью фиксации количества выработанной электроэнергии на всех участках сети. В зависимости от доли выработки, производители получают свою долю от оплаты энергии потребителями. Автоматизированные учетные системы, создаваемые для решения этой задачи, получили название АСКУЭ. Их принцип действия основан на сборе и обработке данных о потреблении электроэнергии со счетчиков, которые устанавливаются на больших расстояниях друг от друга. Таким образом, возможность дистанционного считывания показаний счетчиков стала необходимым условием контроля над производством и потреблением энергоресурсов.

Одной из функций АСКУЭ является многотарифность. Электроэнергия потребляется в момент ее производства. В зависимости от времени потребления цена на электроэнергию может значительно изменяться. Так, в часы наибольшего потребления стоимость будет выше, чем в моменты минимума. Поэтому, многотарифность – это важное требование для современных счетчиков.

Еще одно важное требование было обусловлено тем, что уровень точности традиционных индукционных счетчиков перестал удовлетворять участников рынка. Возможность многотарифного учета и дистанционного считывания – основное преимущество электронных счетчиков. Именно это повлекло техническое перевооружение сферы учета электроэнергии на Западе. А с интеграцией в схему счетчиков микропроцессора набор функций еще более расширился.

Сегодня растет как производство и внедрение электронных счетчиков, так и набор их функций: защита от несанкционированного вскрытия, предоплата, управление распределением нагрузки и т.д. Использование электронных счетчиков позволяет внедрять устройства дистанционного считывания показателей по электросетям, телефонным линиям или беспроводным системам передачи данных.

Согласно исследованиям, 64% европейского рынка электросчетчиков занято продукцией производителей электросчетчиков Elster и Actaris [3]. На российском рынке самой крупной компанией является Энергомера.

Actaris (Itron) занимает лидирующие позиции в области внедрения новейших технологий и лидирует на протяжении многих лет на мировом рынке производства приборов и систем учета.

Компания была основана в 1872 году двумя французскими инженерами как мастерская по производству газовых счетчиков. Позднее на базе мастерской была основана компания по производству счетчиков электричества, газа и воды. И со временем она стала одним из крупнейших европейских производителей.

На сегодняшний день фирму Actaris представляют 30 заводов и 50 торговых офисов, расположенных по всему миру, в том числе и в России. Компания управляется из главного офиса в Люксембурге и двух штаб-квартир в Брюсселе и Париже. Осуществляет разработку, производство и сбыт бытовых, коммерческих и промышленных систем учета электроэнергии; оборудования для учета потребления газа, воды, тепловой энергии и жидких веществ (нефти, сжиженного газа, химических материалов, пищевых ингредиентов и др.), а также испытательного оборудования для проверки приборов учета. По всему миру используется свыше 200 000 единиц продукции фирмы Actaris. Все заводы-изготовители счетчиков Actaris сертифицированы по системе ISO 9001:2000 и полностью соответствуют требованиям программы TQM («Комплексное управление качеством»), внедренной в Actaris несколько лет назад.

Elster – ведущее предприятие по производству электросчетчиков. Счетчики электроэнергии удовлетворяют требованиям российских ГОСТ и международных стандартов, и имеют сертификаты, разрешающие их применение в России и СНГ. На предприятии Elster в Москве внедрена система качества, сертифицированная международным центром КЕМА на соответствие компании стандарту ISO 9001.

Компания начала формироваться в 1994 году, когда немецкая газовая компания Ruhrgas объединила свои производства измерительного оборудования в холдинг Ruhrgas Industries. В 2002 г. в состав Ruhrgas Industries вошло ABB Metering, а в 2005 г. Ruhrgas Industries был приобретен международной инвестиционной группой CVC Capital Partners и переименован в Elster Group.

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Бизнес Elster Group развивается в трех основных направлениях: Gas Measurement and Control, Water&Electricity Metering и Industrial Furnaces. В настоящее время в группу входят более 100 дочерних компаний и представительств, действующих в 32 странах, в их числе ООО "Эльстер Метроника" (ранее "АББ ВЭИ Метроника") в Москве. В 150 странах мира установлено более 350 млн. приборов производства Elster Group. Штаб-квартира компании находится в Эссене, Германия.

Компания Elster предлагает комплексные решения по автоматизации учета электроэнергии «под ключ» на базе новейшего оборудования и программного обеспечения, а также поставляет компоненты АСКУЭ.

Компания Энергомера является признанным лидером на российском рынке счетчиков электроэнергии. Также, «Энергомера» – один из наиболее современных производителей измерительного оборудования. Помимо установок для проведения поверочных работ в лабораторных условиях, концерн выпускает портативные переносные устройства для проверки приборов и правильности их подключения на месте установки. Последние модификации электросчетчик дооснащены токовыми клещами, делающими возможной проверку средств измерения без их отключения. Ежегодно с конвейеров заводов «Энергомера» сходит более трех миллионов электросчетчиков. Каждый третий электронный счетчик электроэнергии, эксплуатирующийся на территории России носит торговую марку «Энергомера».

Торговая марка «Энергомера» известна и на глобальном рынке. Так, в последнем исследовании английской компании «ABS Energy Research» «Энергомера» занимает 7 место среди ведущих мировых производителей счетчиков электроэнергии [4].

Таблица 1.2 – Сравнение отечественных и зарубежных трехфазных микропроцессорных счетчиков

Характеристики	Actaris SL7000	Elster A1800	Энергомера CE308
Производитель	Франция	Германия	Россия
Период интеграции мощности	1, 2, 3, 5, 10, 12, 15, 20, 30, 60 минут	1, 2, 3, 5, 10, 12, 15, 20, 30, 60 минут	3, 5, 10, 15, 30, 60 минут
Рабочая частота	50 Гц	50 Гц	50 Гц
Рабочий диапазон токов	1... 10 А	1... 5 А	1 ... 10 А
Класс точности	0,2S; 0,5S; 1,0	0,2S; 0,5S; 1,0	1,0
Собственное потребление	1 В·А	1 В·А	1 В·А
Коммуникационные интерфейсы	RS232 и RS485 или 2RS232	RS-485, RS-232	PLC, GSM/GPRS, Ethernet и RF433(радиомодем)
Рабочий диапазон температур	от -40°C до +70°C	от -40°C до +65°C	от -40°C до +60°C
Стоимость	от 37 600 руб.	от 29300 руб.	от 11500 руб.

Микропроцессорные счетчики зарубежных производителей незначительно отличаются от отечественных по техническим характеристикам. Главным плюсом счетчика СЕ308 является низкая цена. Кроме этого, компания «Энергомера» предоставляет выгодные условия для сетевых компаний по установке оборудования. Они отвечают требованиям безопасности и соответствуют ГОСТ 31818.11-2012, ГОСТ 31819.21-2012, ГОСТ 31819.22-2012, ГОСТ 31819.22-2012.

Вывод по разделу один

Выбраны микропроцессорные счетчики компании «Энергомера», так как они удовлетворяют предъявляемым требованиям:

- 1) период интеграции мощности уступает зарубежным аналогам, но достаточен для учета потребления электроэнергии бытовых потребителей;
- 2) рабочие частота и диапазон тока соответствуют параметрам сети, а рабочий диапазон температур – климатическим условиям региона.

Стоимость таких счетчиков в 2,5 раза ниже зарубежных аналогов.

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

2 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

2.1 Анализ электрооборудования

Электроснабжение деревни Филимоново осуществляется по воздушным линиям 110-35-10 кВ от подстанции. На территории деревни работают ТП-60; ТП-232; ТП-295; ТП-516

Для электроснабжения потребителей рассматриваемого района используется распределительная сеть на трёхфазном переменном токе напряжением 10 кВ и сеть общего пользования напряжением 0,4 кВ.

Таблица 2.1 – Установленное оборудование

Номер трансформаторной подстанции	Тип трансформатора	Год выпуска	Мощность трансформаторов, кВА
60	ТМ-400-10/0,4	1977	400
232	ТМ-600-10/0,4	1977	600
295	ТМ-400-10/0,4	1985	400
516	ТМ-300-10/0,4	1977	300

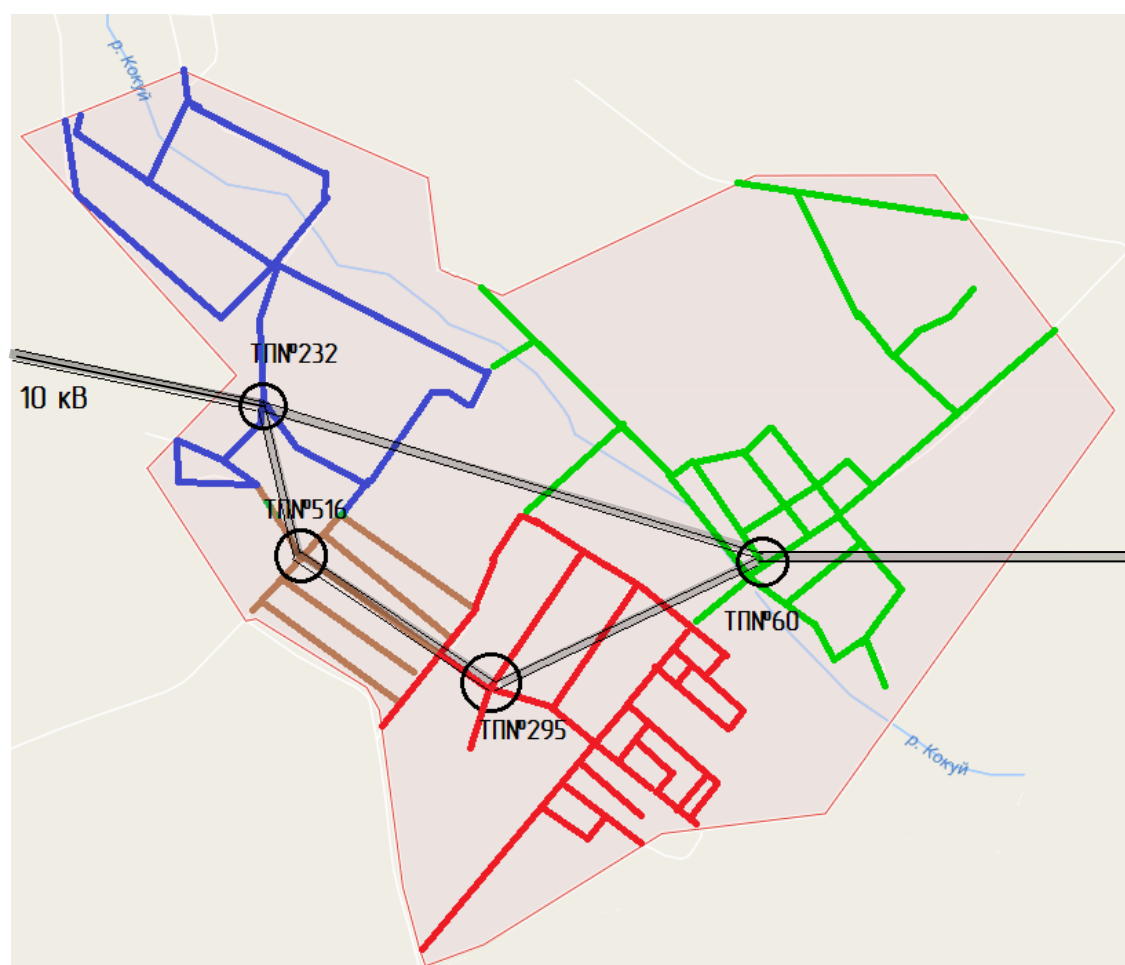


Рисунок 2.1 – Расположение трансформаторных подстанций на территории деревни Филимоново

2.2 Анализ потерь электроэнергии

На рисунке 2.2 представлена классификация потерь электроэнергии по причинам их возникновения.

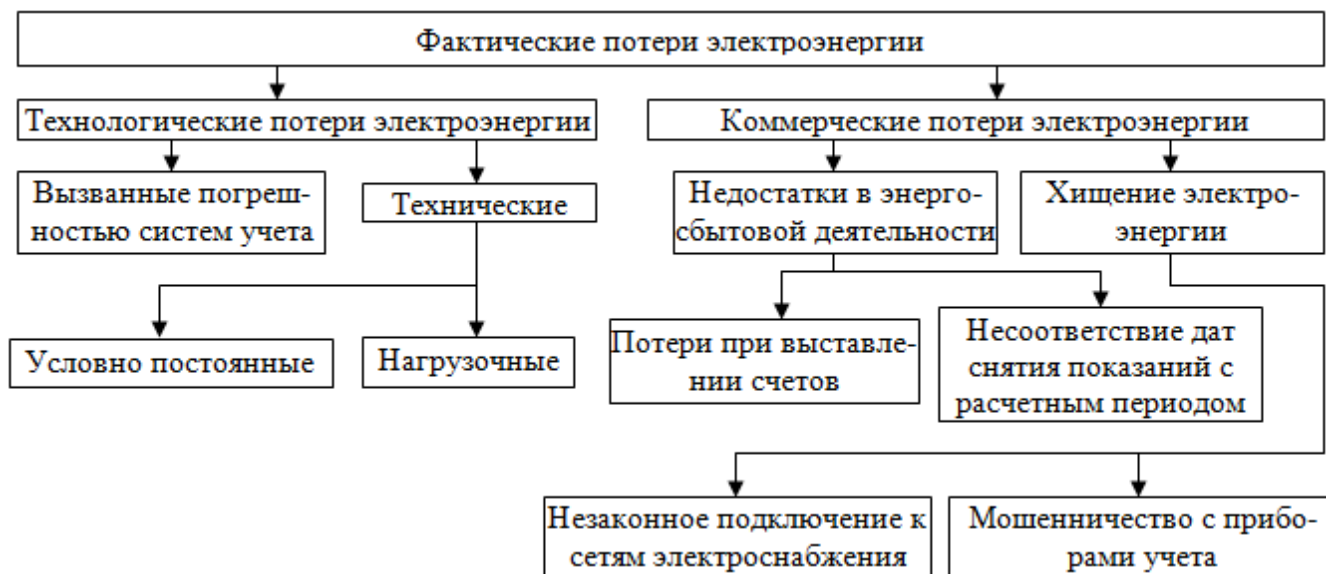


Рисунок 2.2 – Классификация потерь электроэнергии

Фактические потери – это полные потери электроэнергии. В деревне Филимоново они составляют 67% от общего отпуска электроэнергии. Фактические потери электроэнергии условно подразделяются на технологические и коммерческие. Объем технологических потерь значительно ниже коммерческих. Технические потери, как часть технологических, обусловлены физическими процессами, протекающими при передаче электроэнергии. Расход электроэнергии на собственные нужды подстанций, и потери, связанные с погрешностями измерения также относятся к технологическим потерям [5,6].

Стоимость нормативного объема технологических потерь традиционно включается в тариф на передачу электрической энергии, поэтому они не являются убытками предприятия. Для компенсации технологических потерь в рамках установленного норматива собранную выручку передают в сетевую компанию в объеме этого норматива.

Величина технических потерь рассчитывается математически согласно законам электротехники, по метрологическим характеристикам определяют допустимые погрешности приборов учета, расходы на собственные нужды подстанций определяются по показаниям счетчиков.

В процессе передачи электроэнергии от производителя к потребителю возникают коммерческие потери. Они являются главным убытком сетевых компаний, потому что не входят в счет тарифа, большая часть потерь связана с безучетным потреблением электроэнергии. Их расчет осуществляется путем вычитания технологических потерь из фактических потерь.

Потери электроэнергии, относимые к категории коммерческих, большей частью являются электропотреблением, которое по разным причинам не зафиксиро-

вано документально. Поэтому оно не учтено как отдача из сетей, и никому из потребителей не предъявлено к оплате.

В соответствии с действующим законодательством, оплата фактических потерь является обязанность сетевых организаций, так как потери возникают в принадлежащих им объектах сетевого хозяйства [7]. Так как коммерческие потери электрической энергии - финансовый убыток сетевых компаний, который складывается из денежных расходов сетевого предприятия и упущенной выгоды от неоплаченной передачи электроэнергии, сетевые предприятия заинтересованы в максимально точном учете электроэнергии и правильности расчетов её объемов в точках поставки на границах своей балансовой принадлежности.

Величина коммерческих потерь электроэнергии зависит от значений других структурных показателей баланса электроэнергии. Чтобы узнать объем коммерческих потерь электроэнергии за определенный период, необходимо сначала составить баланс электроэнергии рассматриваемого участка электрической сети, определить фактические потери и рассчитать все составляющие технологических потерь электроэнергии. Дальнейший анализ потерь электроэнергии помогает локализовать их участки и выявить причины их возникновения для последующего выбора мероприятий по их снижению.

Основные причины коммерческих потерь электроэнергии можно объединить в следующие группы:

1. инструментальные погрешности определения величин отпуска электроэнергии в сеть и потребителям;
2. незаконное электропотребление;
3. погрешности расчета технологических потерь электроэнергии.

Погрешности определения величин отпуска электроэнергии в сеть и полезного отпуска потребителям обусловлены следующими факторами:

– искажения данных о фактических показаниях счетчиков электроэнергии на любом этапе операционного процесса. Сюда относятся ошибки при визуальном снятии показаний счетчиков, неточная передача данных, неправильный ввод информации в электронные базы данных;

– несоответствие информации о применяемых приборах учета, расчетных коэффициентах, их фактическим данным. Ошибки могут возникать уже на этапе заключения договора, а также при неточном внесении информации в электронные базы данных, их несвоевременной актуализации и т.п. Сюда же следует отнести случаи замены приборов учета без одновременного составления актов и фиксации показаний снятого и установленного счетчика, коэффициентов трансформации измерительных трансформаторов;

– неурегулированные договорные условия в области электроснабжения и оказания услуг по передаче электроэнергии в отношении состава точек поставки, приборов учета и применяемых алгоритмов расчета потерь в электрооборудовании при их установке не на границе балансовой принадлежности. Подобные ситуации могут приводить не только к ошибкам в расчетах, особенно при смене владельца объекта, реструктуризации организаций - потребителей электроэнергии и т.п., но и к фактическому «бездоговорному» электроснабжению объектов в от-

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

сутствие официального внесения конкретных точек поставки в договоры энерго-снабжения или оказания услуг по передаче электроэнергии;

- неодновременность снятия показаний приборов учета электроэнергии, как у потребителей, так и по точкам поступления электроэнергии в сеть (отдачи из сети);

- несоответствие календарных периодов выявления и включения неучтенной электроэнергии в объемы её передачи;

- установка приборов учета не на границе балансовой принадлежности сетей, неточности и погрешности применяемых алгоритмов расчета потерь электрической энергии в элементах сети от границы балансовой принадлежности до точки измерения, либо отсутствие таких алгоритмов для «дорасчета» потерь электроэнергии;

- определение количества переданной электроэнергии расчетными методами в отсутствие приборов учета или его неисправности;

- «безучетное» электроснабжение, с определением количества потребленной электроэнергии по установленной мощности электроприемников, а также с применением других нормативно-расчетных методик;

- недостаточная оснащенность приборами учета электрической энергии границ балансовой принадлежности электрических сетей, в т.ч. с многоквартирными жилыми домами;

- наличие бесхозных сетей, отсутствие работы по установлению их балансодержателей;

- применение замещающей (расчетной) информации за время недоучета электроэнергии при неисправности прибора учета.

К категории несанкционированного электропотребления следует отнести «хищения» электроэнергии, к которым относят несанкционированное присоединение к электрическим сетям, подключение электроприемников помимо электросчетчика, а также любые вмешательства в работу приборов учета и иные действия с целью занижений показаний счетчика электроэнергии. Сюда же следует отнести и несвоевременное сообщение в энергоснабжающую организацию о неисправностях приборов учета.

Несанкционированное электропотребление электроэнергии часто составляют основную долю коммерческих потерь, особенно в сети 0,4кВ. Всевозможными способами хищений электроэнергии занимаются в большинстве своем бытовые потребители, особенно в частном жилом секторе, но имеются случаи хищения электроэнергии промышленными и торговыми предприятиями, преимущественно небольшими.

Объемы хищений электроэнергии возрастают в периоды пониженной температуры воздуха, что свидетельствует о том, что основная часть не учитываемой электроэнергии в этот период расходуется на отопление.

Так как коммерческие потери - расчетная величина, получаемая математически, то погрешности определения технологического расхода электроэнергии имеют прямое влияние на значение коммерческих потерь. Погрешности расчетов технологических потерь обусловлены применяемой методикой расчетов, полно-

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

той и достоверностью информации, а значит чем выше их точность, тем точнее будет расчет коммерческих потерь электроэнергии.

2.2.1 Динамика снижения потерь электроэнергии в результате внедрения АСКУЭ

В результате внедрения автоматизированной системы предполагается снижение коммерческих потерь на 70%, составляющими которых являются инструментальные потери (13%) за счет повышения порога чувствительности вводимых в эксплуатацию счетчиков электроэнергии и повышения их класса точности, уменьшения влияния на вводимые счетчики электроэнергии магнитных и электромагнитных полей. Внедрение автоматизированной системы позволит на 14 % уменьшить погрешности определения величин отпуска электроэнергии за счет уменьшения влияния человеческого фактора, а также сведения к минимуму хищения электроэнергии потребителями.

Таблица 2.2 – Потери электроэнергии деревни Филимоново

	Технологические потери	Коммерческие потери	
		Инструментальные потери	Хищение
До внедрения АСКУЭ	37%	15%	85%
После внедрения АСКУЭ	25%	10%	32%

2.3 Характеристика потребителей электроэнергии

Согласно требованиям ПУЭ[8] электроприёмники разделяются на три категории надёжности электроснабжения в соответствии с рисунком 2.3

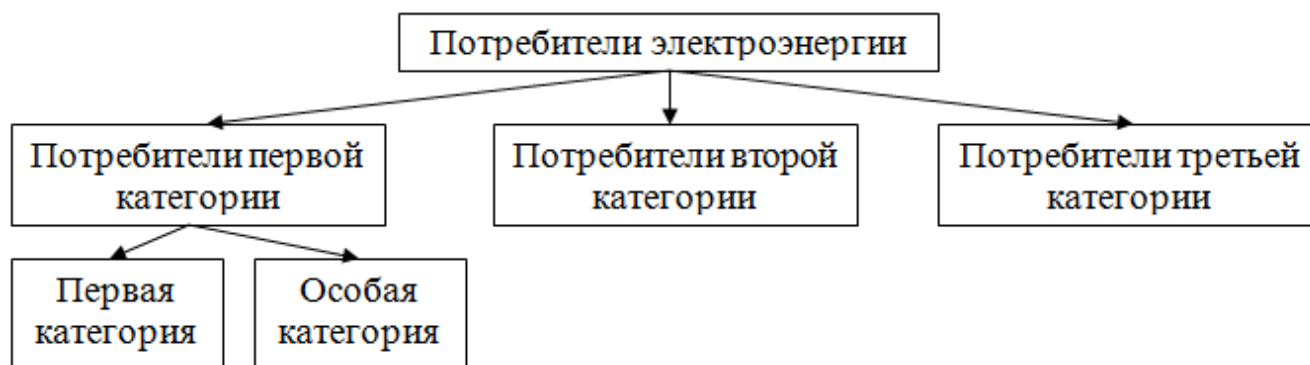


Рисунок 2.4 – Категории надёжности электроснабжения

Потребители первой категории надёжности электроснабжения – это электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, угрозу для безопасности государства, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, нарушение

ние функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства, объектов связи и телевидения[8].

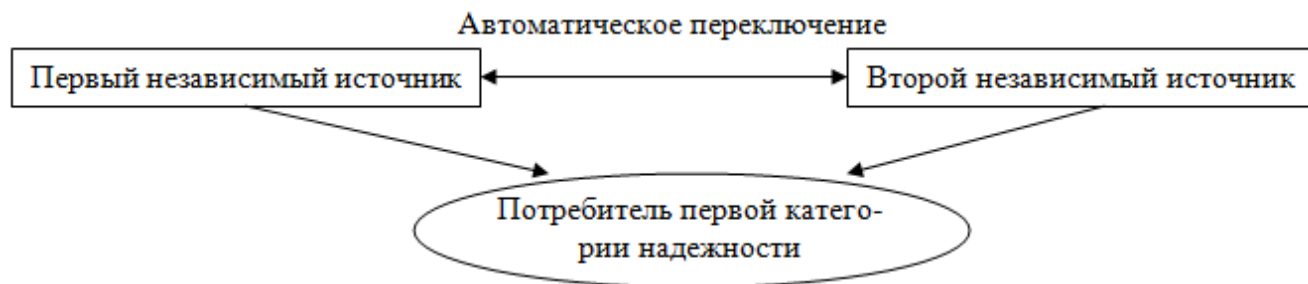


Рисунок 2.5 – Первая категория электроснабжения

Электроснабжение потребителей первой категории надежности электроснабжения согласно рисунку 2.6 осуществляется от двух независимых источников питания для снижения рисков аварийного отключения электроэнергии. В случае аварии на одном источнике питания, устройство АВР переключает на второй источник питания. Для электроприемников первой категории надежности допускается прекращение подачи электроэнергии при отключении одного источника питания только на время, не превышающее автоматический переход на энергоснабжение потребителя по второму источнику питания.

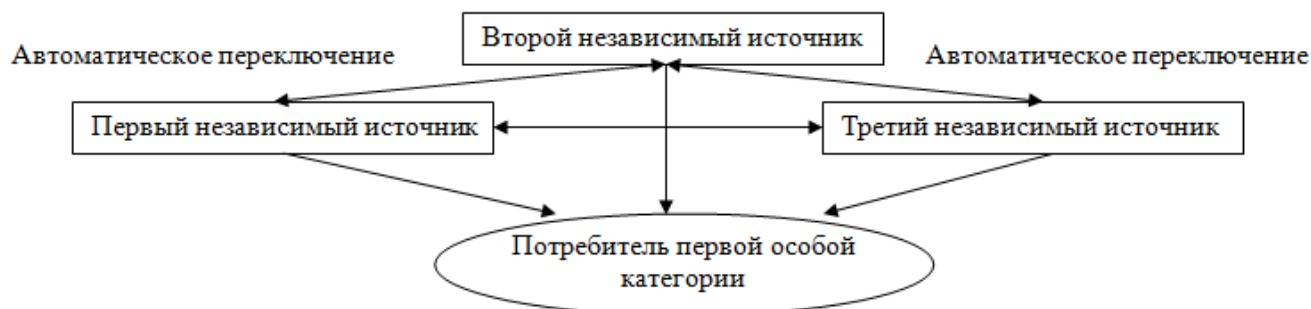


Рисунок 2.7 – Особая категория надежности электроснабжения

Среди потребителей первой категории надежности электроснабжения выделяют особую группу.

Также среди потребителей 1 категории надежности электроснабжения выделяют отдельно особую группу. Электроприемники особой группы первой категории характеризуются тем, что их бесперебойная работа необходима для безаварийной остановки производства, предотвращения пожаров и других ЧС. При этом, энергоснабжение особой группы должно осуществляться от третьего независимого источника питания, который может быть дизельным генератором, подключением к аккумуляторным батареям. В случае отсутствия резервного питания электроприемников особой группы, допускается использование технологического резервирования и плавной остановки производственного процесса.

Ко второй категории можно отнести энергопотребителей, при внезапном отключении электроэнергии которых могут последовать массовое возникновение брака или недоотпуска продукции, длительный простой рабочих, оборудования,

техпроцесса, общее нарушению обычной жизнедеятельности большого количества городского и сельского населения.

В соответствии с ПЭУ ко второй категории надёжности электроснабжения потребителей относят те электроприемники, перерыв в работе которых может привести к значительному снижению отпуска производимых потребителем товаров, имеющим место в связи с этим незанятостью персонала, простоем производственного оборудования или же может сказаться на нормальной жизнедеятельности большого количества граждан.

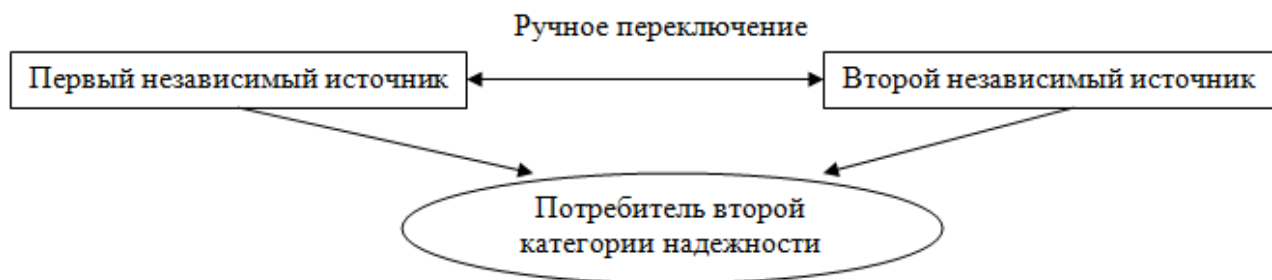


Рисунок 2.8 – Вторая категория надежности электроснабжения

Также как для первой категории, для второй категории надежности необходимо резервирование источников питания. То есть энергоснабжение электроприемников 2 категории надежности электроснабжения необходимо осуществлять от двух независимых источников питания. При нарушении энергоснабжения от одного источника питания, допустимо временное отсутствие энергоснабжения на время переключения на резервный источник оперативным персоналом потребителя или же выездной бригадой электросетей. Большинство электропотребителей проектируемых административных зданий относятся ко второй категории электроснабжения.

К третьей категории надежности электроснабжения относят все те электроприемники, которые не вошли в 1 или 2 группу. К третьей категории надежности могут относиться магазины, небольшие производственные помещения, офисные здания и т.д.



Рисунок 2.9 – Третья категория электроснабжения

Срок на которой может быть прекращено энергоснабжение потребителей 3 категории надежности – не более 24 часов подряд и не более 72 часов за год суммарно.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Важности категории напрямую влияет на стоимость его осуществления, поскольку это влечёт установку большего количества оборудования.

К данной распределительной электрической сети присоединяются потребители с электроприёмниками, относящиеся ко 2 и 3 категориям надёжности электрооборудования в соответствии с таблицей 2.1

Таблица 2.3 – Потребители электроэнергии в соответствии с категориями надёжности

Потребитель электроэнергии	Категория надёжности
Колбасный цех	II
Школы, детские сады	II
Хозпостройка	II
Гаражи	III
Трёхэтажные дома	III
Магазины	II
Одноэтажные частные дома	III
Клуб	III

Выводы по разделу два

1. Проведен анализ потерь электроэнергии деревни Филимоново. Фактические потери составляют 67 %. Из них 63% составляют коммерческие потери, а 37% – технологические. Потери от хищения электроэнергии 85% от коммерческих потерь, а инструментальные 15%. Отсюда следует необходимость внедрения автоматизированной системы учета электроэнергии.

2. Проведен анализ категорий надёжности потребителей. Большая часть потребителей электроэнергии относятся к третьей категории надёжности.

3 РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

3.1 Расчет электрических нагрузок бытовых потребителей

В основу расчета положена «Инструкция по проектированию городских электрических сетей»[9].

Величина расчётной нагрузки в значительной степени зависит от уровня от того, какое количество электроприёмников установлено в квартирах жильцов. На сегодняшний день наблюдается тенденция повышения уровня электрификации быта, увеличения числа различных электроприборов и их единичной мощности.

Электроприёмники жилых зданий можно подразделить на две группы:

- электроприёмники квартир;
- электроприёмники общедомового назначения.

К первым относятся осветительные и бытовые электроприборы; ко вторым – светильники лестничных клеток, технических подполий, чердаков, вестибюлей, холлов, служебных и других помещений, вентиляционные системы, различные противопожарные устройства, домофоны и т.п.

Электрическое освещение квартир осуществляется с помощью светильников с лампами накаливания и люминесцентными. К бытовым относятся следующие электроприборы: нагревательные, хозяйственные, культурнобытовые, санитарно-гигиенические, бытовые кондиционеры воздуха, водонагреватели, приборы для отопления помещений.

Для освещения лестниц, вестибюлей, холлов, коридоров применяют лампы накаливания и люминесцентные лампы.

Для ориентировочных расчетов усредненные удельные нагрузки и коэффициенты мощности допускается принимать по таблице удельных показателей нагрузок, приведенных с учетом внутреннего освещения.

Целью расчета электрических нагрузок является выявление соответствия мощности действующих трансформаторов потребительских ТП, современным нагрузкам потребителей района.

Расчетная нагрузка питающих линий, вводов и на шинах РУ-0,4 кВ ТП от электроприёмников квартир ($P_{КВ}$) определяется по формуле:

$$P_{КВ} = P_{КВ.уд} \cdot n, \quad (3.1)$$

где $P_{КВ.уд}$ – удельная нагрузка электроприемников квартир, принимаемая по таблице в зависимости от числа квартир, присоединенных к линии (ТП), типа кухонных плит, кВт/квартиру;

n – количество квартир, присоединённых к линии.

Расчетная нагрузка силовых электроприемников P_C , кВт, приведенная к вводу жилого дома, определяется по формуле:

$$P_C = P_{P.л} + P_{Ст.у}. \quad (3.2)$$

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

$$P_C = P_{\text{ст.у.}} \quad (3.3)$$

Мощность электродвигателей насосов водоснабжения, вентиляторов и других санитарно-технических устройств $P_{\text{ст.у.}}$, кВт, определяется по их установленной мощности с учетом коэффициента спроса K_C .

$$P_{\text{ст.у.}} = K_C \sum P_{\text{ст.у.}} \quad (3.4)$$

Мощность резервных электродвигателей, а также электроприемников противопожарных устройств не учитывается.

Расчетная электрическая нагрузка жилого дома (квартир и силовых электроприемников) $P_{\text{р.ж.д.}}$, кВт, определяется по формуле:

$$P_{\text{р.ж.д.}} = P_{\text{кв}} + K_y P_C, \quad (3.5)$$

где $P_{\text{кв}}$ – расчетная электрическая нагрузка квартир, приведенная к вводу жилого дома, кВт;

K_y – коэффициент участия в максимуме нагрузки силовых электроприемников (равен 0,96).

Реактивная нагрузка жилых объектов складывается из реактивной мощности электродвигателей лифтов и реактивной мощности квартир, но поскольку лифты отсутствуют то:

$$Q_{\text{р.ж.д.}} = Q_{\text{кв}}, \quad (3.6)$$

$$Q_{\text{кв}} = P_{\text{кв}} \cdot \text{tg}\varphi_{\text{кв}}, \quad (3.7)$$

где $\text{tg}\varphi_{\text{кв}} = 0,26$.

Полная нагрузка, кВ·А, равна

$$S_{\text{р.ж.д.}} = \sqrt{P_{\text{р.ж.д.}}^2 + Q_{\text{р.ж.д.}}^2} \quad (3.8)$$

Пример расчета произведен по жилому дому на 16 квартир, ТП№ 232

$P_{\text{кв.уд.16}}$ определяется путем интерполяции

$$\frac{18 - 15}{P_{\text{кв.уд.15}} - P_{\text{кв.уд.18}}} = \frac{18 - 16}{P_{\text{кв.уд.16}} - P_{\text{кв.уд.18}}},$$

$$\frac{18 - 15}{2,8 - 2,6} = \frac{18 - 16}{P_{\text{кв.уд.16}} - 2,6},$$

$$P_{\text{кв.уд.16}} = 2,73 \frac{\text{кВт}}{\text{кв}}$$

Отсюда расчетная электрическая нагрузка квартир по формуле будет равна:

$$P_{\text{кв}} = 2,73 \cdot 6 = 16,4 \text{ кВт.}$$

Удельные расчетные нагрузки квартир учитывают нагрузку освещения общедомовых помещений (лестничных клеток, подполий, технических этажей, чердаков и т.д), а так же нагрузку слаботочных устройств и мелкого силового оборудования (щитки противопожарных устройств, автоматики, учета тепла и т.п.).

$$P_{\text{ст.у}} = P_{\text{с}} = 0 \text{ кВт,}$$

Определяется расчетная нагрузка жилого здания $P_{\text{р.ж.д}}$, кВт в соответствии с формулой.

$$P_{\text{р.ж.д}} = 12,9 + 0,96 \cdot 0 = 19,62 \text{ кВт,}$$

Реактивная нагрузка жилых объектов равна:

$$Q_{\text{р.ж.д}} = Q_{\text{кв}},$$

$$Q_{\text{р.ж.д}} = 12,9 \cdot 0,26 = 3,354 \text{ кВАр,}$$

Полная нагрузка равна

$$S_{\text{р.ж.д}} = \sqrt{19,62^2 + 3,354^2} = 19,9 \text{ кВ} \cdot \text{А.}$$

Расчет остальных жилых зданий аналогичен. Результаты расчетов приведены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Расчет нагрузки жилых зданий

№ ТП	ТП 232		ТП 516			ТП 60		ТП 295
	ЖД	ЧД	ЖД	ЖД	ЧД	ЖД	ЧД	ЖД
Объект	ЖД	ЧД	ЖД	ЖД	ЧД	ЖД	ЧД	ЖД
Количество домов	8	15	2	33	5	5	22	6
Количество квартир	2	1	12	2	1	2	1	16
$P_{\text{кв}}$, кВт	20	10	38,4	20	10	20	10	43,73
$P_{\text{р}}$, кВт	160	150	76,8	660	50	100	220	262,38
$\cos\varphi$	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
$\text{tg}\varphi$	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
$Q_{\text{р}}$, кВАр	46,4	43,5	22,28	191,4	14,5	29	63,8	76,08
$S_{\text{р}}$, кВА	166,5	156,1	79,9	687,0	52,0	104,1	229,0	273,2

3.2 Расчет электрических нагрузок производственных объектов

Расчет электрических нагрузок промышленных объектов производится по методу расчета нагрузок по установленной мощности и коэффициенту спроса.

Метод коэффициента спроса может применяться для подсчета нагрузок по тем отдельным группам электроприемников, цехам и предприятиям в целом, для которых имеются данные о величине этого коэффициента.

$$P_p = K_C \cdot P_y, \quad (3.9)$$

где K_C – коэффициент спроса

P_y – установленная (номинальная) мощность объекта.

При подсчете нагрузок по отдельным группам электроприемников этот метод рекомендуется применять для тех групп, электроприемники которых работают с постоянной загрузкой и с коэффициентом включения, равным (или близким) единице, как, например, электродвигатели насосов, вентиляторов и т. п.

По полученному для каждой группы электроприемников значению P_p определяется реактивная нагрузка:

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (3.10)$$

где $\operatorname{tg} \varphi$ – коэффициент реактивной мощности объекта, причем, $\operatorname{tg} \varphi$ определяется по $\cos \varphi$, характерному для данной группы электроприемников.

Затем производится раздельное суммирование активных и реактивных нагрузок и нахождение полной нагрузки:

$$S_p = \sqrt{\sum Q_p^2 + \sum P_p^2}. \quad (3.11)$$

Расчет электрических нагрузок выполнен на примере колбасного цеха.

Расчетная активная нагрузка по формуле (3.10):

$$P_p = 0,75 \cdot 46,5 = 34,87 \text{ кВт.}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \arccos \cos \varphi, \quad (3.12)$$

где $\cos \varphi$ – коэффициент активной мощности объекта, $\cos \varphi = 0,75$.

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \arccos 0,75 = 0,88,$$

Тогда по формуле (4.12)

$$Q_p = 34,87 \cdot 0,88 = 30,7 \text{ кВА}$$

Полная мощность подobjекта колбасный цех по формуле 3.14 равна

$$S_p = \sqrt{30,7^2 + 34,87^2} = 8,1 \text{ кВА.}$$

Результаты расчета промышленных объектов сводятся в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Расчет нагрузок промышленных объектов

Место расположения	Наименование объекта	cosφ	tgφ	P_y , кВт	K_c	P_p , кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВА
ТП 232	Колбасный цех	0,75	0,88	46,5	0,75	34,88	30,76	46,5
ТП 232	Гараж	0,87	0,57	6,9	0,89	6,14	3,48	7,06
ТП 232	Хозпостройка	0,82	0,7	15	0,83	12,45	8,69	15,18
ТП 232	Гараж школы	0,82	0,7	7,2	0,86	6,19	4,32	7,55

3.3 Расчет электрических нагрузок общественных зданий

Расчет электрических нагрузок общественных зданий производится по удельным расчетным электрическим нагрузкам.

Пример расчета нагрузки спортивной школы на 25 мест.

Расчетная мощность спортивной школы определяется по формуле

$$P_p = P_{уд} \cdot m, \quad (3.13)$$

где $P_{уд}$ – удельная расчетная нагрузка, кВт/место;

m – число мест в саду.

Расчетная реактивная мощность определяется по формуле:

$$Q_p = P_p \cdot tgφ, \quad (3.14)$$

Расчетная мощность спортивной школы равна:

$$P_p = 0,17 \cdot 25 = 4,25 \text{ кВт,}$$

Расчетная реактивная мощность определяется по формуле:

$$Q_p = 4,25 \cdot 0,93 = 1,57 \text{ кВА,} \quad (3.15)$$

$$S_p = \sqrt{4,25^2 + 1,57^2} = 4,53 \text{ кВА.}$$

Аналогичным образом определяется расчетные электрические нагрузки других общественных зданий. Результаты расчетов приведены в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Расчетные нагрузки общественных зданий

Место расположения	Наименование объекта	$P_{уд}$, кВт	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	P_p , кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВа
ТП 232	Клуб	0,46	0,92	0,39	22,08	8,61	23,7
ТП 232	Спортивная школа	0,17	0,93	0,37	4,25	1,57	4,5
ТП 232	Магазин	0,23	0,92	0,39	11,5	4,49	12,3
ТП 232	Хоз. магазин	0,14	0,82	0,57	5,6	3,19	6,5
ТП 232	Магазин "Наташа"	0,23	0,82	0,57	8,74	4,98	10,1

Таблица 3.4 – Суммарная расчетная мощность потребителей

Мощность	ТП 232	ТП 516	ТП 60	ТП 295	Суммарная нагрузка
P_p , кВт	421,83	786,8	320	262,38	1791,01
Q_p , кВАр	159,99	228,18	92,8	76,08	557,05
S_p , кВа	456,07	819,07	333,12	273,24	1881,5

Вывод по разделу три

Выполнен расчет электрических нагрузок потребителей. Суммарная расчетная нагрузка составила 1881 кВт. Полученные данные использованы для выбора ТП.

4 ВЫБОР МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ И ЧИСЛА ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Важной целью проектирования является выбор оптимального числа и местоположения потребительских трансформаторных подстанций (ТП).

Общая площадь населенного пункта составляет 3,45 км². Суммарная активная расчетная нагрузка составляет – 1881 кВт. Плотность нагрузки составит 25 Вт/м².

Согласно проектным нормативам предусматривается, что протяженность кабеля от ТП к зданиям не должна превышать 400 м. В жилой застройке между зданиями размещаются детские и спортивные площадки, не всегда удается расположить подстанцию в центре электрических нагрузок. Поэтому, согласно рекомендации проектирования городских сетей недопустимо превышение протяженности кабеля.

ТП располагаются в центрах электрических нагрузок, для определения которых необходимо построение картограммы нагрузок. Картограмма представляет собой размещенные на генплане окружности, площадь которых соответствует в выбранном масштабе расчетным нагрузкам объектов.

Согласно данному генеральному плану деревни Филимоново видно, что он представлен в виде прямоугольника 2100x1700 м. Мысленно микрорайон разбивается на 4 частей. Принимается 4 потребительских подстанций для обеспечения надежности электроснабжения и уменьшения экономических показателей.

По исходным данным строятся оси X и Y генплана и наносятся центры электрических нагрузок. При этом считается, что нагрузка равномерно распределена по площади объектов. Тогда центр круга совпадает с центром тяжести фигуры, изображающей объект на генплане.

С учетом размеров территории генплана выбирается масштаб нагрузок, ориентируясь на наибольшую и наименьшую.

$$m_p = \frac{P_{\text{нм}}}{\pi \cdot R_{\text{нм}}^2}; \quad (5.1)$$

где m – масштаб нагрузок, кВт/км²;

$P_{\text{нм}}$ – наименьшая мощность цеха, кВт;

$R_{\text{нм}}$ – наименьший визуально воспринимаемый радиус картограммы нагрузки, км

Величина m округляется и принимается как для активных, так и для реактивных нагрузок.

Далее определяются радиусы кругов активных и реактивных нагрузок всех цехов по формулам:

$$R_p = \frac{P}{\pi \cdot m_p}; \quad (5.2)$$

где R_p – радиусы реактивной и активной нагрузок, км;

P – активная нагрузка цехов, кВт;

m_p – масштаб нагрузок активной и реактивной, кВт/км².

Координаты ЦЭН определяются по формулам

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n P_i}; \quad (5.3)$$

$$Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n P_i}.$$

Расчетные данные, необходимые для построения картограммы нагрузок представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Расчетные данные, необходимые для построения картограммы нагрузок

№ТП	Наименование объекта	P_{pi} , кВт	X_i , м	$P_{pi} \cdot X_i$, кВт·м	Y_i , м	$P_{pi} \cdot Y_i$, кВт·м	r_i , мм
232	Гараж	84	1125	94500	1154	96936	1889
232	Хозпостройка	137	1240	169880	1095	150015	2412
232	Гараж школы	57	1201	68457	746	42522	1556
232	Клуб	22	875	19320	654	14440	968
232	Спортивная школа	4	912	3876	550	2338	425
232	Группа магазинов	26	823	21266	560	14470	1047
232	Группа частных домов	150	753	112950	745	111750	2524
516	Группа частных домов	50	1100	55000	430	21500	1457
60	Группа частных домов	220	1627	357940	715	157300	3056
232	Группа жилых домов	160	528	84480	855	136800	2607
516	Группа жилых домов	77	315	24201	1350	103721	1806
516	Группа жилых домов	660	756	498960	1020	673200	5294
60	Группа жилых домов	100	1468	146800	877	87700	2061
295	Группа жилых домов	262	1215	318792	517	135650	3338

Пример расчета ЦЭН.

8

$$P_i \cdot X_i = 94500 + 169880 + 68457 + 19320 + 3876 + 166 + 112950 + 84480$$

$$= 574729 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

8

$$P_i \cdot X_i = 96936 + 150015 + 42522 + 14440 + 2338 + 14470 + 111750$$

$$+ 136800 = 569271 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

Координаты центров электрических нагрузок будут равны

$$X_0 = \frac{574729}{640} = 898 \text{ м};$$

$$Y_0 = \frac{569271}{640} = 889 \text{ м}$$

Результаты расчетов приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Координаты центров электрической нагрузки

Номер ТП	$P_{pi} \cdot X_i$, кВт·м	$P_{pi} \cdot Y_i$, кВт·м	X	Y
232	574729	569271	898	889
60	504740	245000	1577	766
516	578161	798421	423	1191
295	318792	135650	1215	517

Картограмма электрических нагрузок представлена на рисунке 4.1

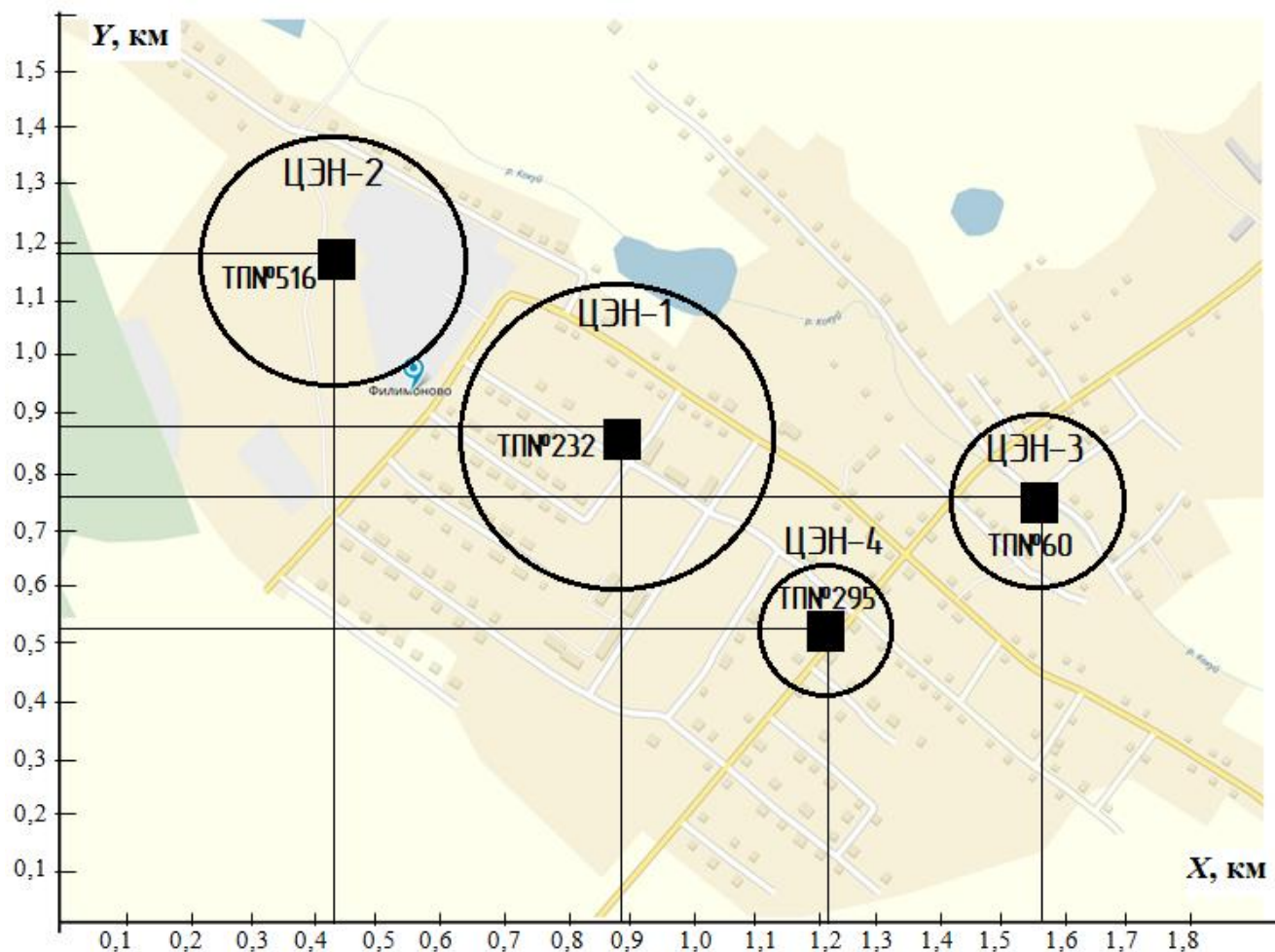


Рисунок 4.1 – Картограмма электрических нагрузок

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Выводы по разделу четыре

В соответствии с электрическими нагрузками потребителей, была построена картограмма деревни Филимоново. Застройка деревни позволяет разместить трансформаторные подстанции в центрах энергетических нагрузок.

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

5 ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТП

5.1 Выбор силового трансформатора

Согласно ПУЭ электроприемники II категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания. Для электроприемников II категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады [10].

При наличии централизованного резерва трансформаторов и возможности замены поврежденного трансформатора за время не более 1 суток допускается питание электроприемников II категории от одного трансформатора.

Для выбора мощности трансформаторов определяется максимальная полная мощность, приходящаяся на подстанцию

$$S_M = \frac{P_{\Sigma max}}{\cos\varphi_{\text{ср.взв.}}}, \quad (5.1)$$

где $P_{\Sigma max}$ – суммарная активная мощность, кВт;

$\cos\varphi_{\text{ср.взв.}}$ – средневзвешенное значение $\cos\varphi$, определяется через $\text{tg}\varphi_{\text{ср.взв.}}$.

$$\text{tg}\varphi_{\text{ср.взв.}} = \frac{\sum Q_i}{\sum P_i}. \quad (5.2)$$

Мощность одного трансформатора определяется по формуле

$$S_{\text{тр.расч.}} = \frac{S_M}{2K_{\text{зприн.}}}, \quad (5.3)$$

где $K_{\text{зприн}}$ – принимаемый коэффициент загрузки трансформатора, $K_{\text{зприн}} = 0,7$.

По определенной мощности одного трансформатора находится ближайшая стандартная мощность трансформатора $S_{\text{ном}}$ и выбирается тип трансформатора. Выбранные трансформаторы повторяются по действительному коэффициенту загрузки

$$K_{\text{здейст.}} = \frac{S_M}{2S_{\text{ном}}}, \quad (5.4)$$

$$K_{\text{здейст.}} \leq K_{\text{зприн.}}$$

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Пример расчета мощности трансформаторов потребительской подстанции приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Потребители ТП 232

ТП 232	P, кВт	Q, кВАр	cosφ	tgφ
Группа жилых домов	160	46,4	0,96	0,29
Группа частных домов	150	43,5	0,96	0,29
Колбасный цех	34,88	30,76	0,75	0,88
Гараж	6,14	3,48	0,87	0,57
Хозпостройка	12,45	8,69	0,82	0,7
Гараж школы	6,19	4,32	0,82	0,7
Клуб	22,08	8,61	0,92	0,39
Спортивная школа	4,25	1,57	0,93	0,27
Магазин	11,5	4,49	0,92	0,39
Хозяйственный магазин	5,6	3,19	0,82	0,57
Магазин "Наташа"	8,74	4,98	0,82	0,57
Итого	421,8	160		

$$tg\varphi_{\text{ср.взв.}} = \frac{160}{421,8} = 0,38.$$

$$\cos\varphi_{\text{ср.взв.}} = 0,94.$$

Суммарная расчетная активная мощность $P_{\Sigma\text{max}}$, определяется при питании от трансформаторной подстанции жилых домов и общественных зданий по формуле

$$P_{\Sigma\text{max}} = P_{\text{зд1}} \cdot K_1 + P_{\text{зд2}} \cdot K_2 + \dots + P_{\text{здn}} \cdot K_n,$$

где $P_{\text{зд}}$ – расчетные нагрузки зданий;

K – коэффициенты, учитывающие несовпадение максимумов нагрузки (квартир и общественных зданий).

$$P_{\Sigma\text{max}} = 160 + 150 + 34,88 \cdot 0,8 + 6,14 + 12,45 + 6,19 + 22,08 + 4,25 + 11,5 \cdot 0,8 + 5,6 \cdot 0,8 + 8,74 \cdot 0,8 = 409,7 \text{ кВт}$$

$$S_M = \frac{409,7}{0,94} = 438,2 \text{ кВА},$$

Мощность одного трансформатора

$$S_{\text{тр.расч.}} = \frac{438,2}{2 \cdot 0,7} = 313 \text{ кВА},$$

Принимаем два трансформатора типа ТМГ12-400/10-У1.

Т – трансформатор;

М – естественное масляное охлаждение;

Г – герметичный

$$S_{\text{тр.расч.}} = 400 \text{ кВА}$$

Таблица 5.2 – Паспортные данные трансформатора типа ТМГ-400/10 У1

Параметры		Значения
Нормируемая мощность, кВА		400
Высокое напряжение, кВ		10
Низкое напряжение, кВ		0,4
Напряжение короткого замыкания, %		4,5
Потери короткого замыкания, Вт		5500
Потери холостого хода, Вт		830
Ток холостого хода, %		1,5
Частота, Гц		50
Схема и группа соединения обмоток		Y/Yн-0; D/Yн-11
Габаритные размеры, мм	L, мм	1300
	B, мм	860
	H, мм	1350
Полная масса, кг		1360

Проверяем выбранные трансформаторы по действительному коэффициенту загрузки

$$K_{\text{дейст.}} = \frac{438,2}{2 \cdot 400} = 0,548,$$

$$0,548 \leq 0,7.$$

5.2 Проверка трансформаторов на систематическую перегрузку

Систематическая перегрузка трансформатора допустима за счет неравномерности нагрузки его в течение суток. Определяется коэффициент перегрузки $K_{\text{нт}}$ трансформаторов

$$K_{\text{нт}} = \frac{S_{\text{нт}} \cdot n}{S_M}, \quad (5.5)$$

Если $K_{\text{нт}} > 1$, то трансформаторы не испытывают систематической нагрузки и проверка не требуется.

$$K_{HT} = \frac{400 \cdot 2}{438,2} = 1,82,$$

$$1,82 > 1$$

Проверка трансформаторов на систематическую перегрузку не требуется.

5.3 Проверка трансформаторов на аварийную перегрузку

Аварийная перегрузка допускается в исключительных условиях (аварийных) в течение ограниченного времени, когда перерыв в энергоснабжении потребителей недопустим.

На аварийную перегрузку проверяются трансформаторы, если на подстанции установлено не менее двух трансформаторов. В качестве аварийного режима рассматривается режим с отключением одного трансформатора.

Определяется коэффициент перегрузки K_{HT} в аварийном режиме

$$1,4S_{HT} \geq S_M, \quad (5.6)$$

$$1,4 \cdot 400 \geq 438,2 \text{ кВА},$$

$$560 \geq 438,2 \text{ кВА}.$$

Выбранные трансформаторы ТП №232 удовлетворяют условиям проверки на аварийную перегрузку.

Расчётная нагрузка на ТП №60 – 238 кВА, на ТП №295 – 195,15 кВА. Выбирается по 2 трансформатора ТМГ-250/10-У1 на каждую трансформаторную подстанцию.

Таблица 5.3 – Паспортные данные трансформатора типа ТМГ-250/10-У1

Параметры		Значения
Нормируемая мощность, кВА		250
Высокое напряжение, кВ		10
Низкое напряжение, кВ		0,4
Напряжение короткого замыкания, %		4,5
Потери короткого замыкания, Вт		3250
Потери холостого хода, Вт		425
Ток холостого хода, %		1,5
Частота, Гц		50
Схема и группа соединения обмоток		Y/Y _H -0; D/Y _H -11
Габаритные размеры, мм	L, мм	1170
	B, мм	790
	H, мм	1460
Полная масса, кг		1000

Таблица 5.4 – Паспортные данные трансформатора типа ТМГ-630/10-У1

Параметры		Значения
Нормируемая мощность, кВА		630
Высокое напряжение, кВ		10
Низкое напряжение, кВ		0,4
Напряжение короткого замыкания, %		5,5
Потери короткого замыкания, Вт		6750
Потери холостого хода, Вт		800
Ток холостого хода, %		1,5
Частота, Гц		50
Схема и группа соединения обмоток		Y/Yн-0; Д/Yн-11
Габаритные размеры, мм	L, мм	1390
	B, мм	1000
	H, мм	1710
Полная масса, кг		1870

Выводы по разделу пять

Проверка трансформаторов на систематическую и аварийную перегрузку показала, что допустимая аварийная перегрузка трансформатора составляет 22%, а коэффициент перегрузки равен 1,82, что говорит о правильности выбора оборудования.

6 РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

6.1 Понятия и основные положения концепции АСКУЭ

Главной проблемой электрических сетей, установленных в деревнях, является невозможность точного отслеживания потребления электроэнергии. Для решения данной проблемы существует автоматическая система контроля и учета электроэнергии.

Кроме точного измерения потребленной мощности, задачами АСКУЭ являются учет дневных, ночных, сезонных тарифов, хранение графиков нагрузок и оперативное регулирование объема производства и передачи электроэнергии.

Первые системы были разработаны во времена СССР. Они впервые были выпущены в 1974 году в Белоруссии. В их составе было два уровня: электросчетчики и информационно измерительные системы. В первых системах было 45 каналов учета, к ним дистанционно подключались индукционные счетчики.

После добавления в систему третьего уровня учета электроэнергии который представляет собой программное обеспечение, границы регулирования потребления и производства электроэнергии значительно расширились. Новые системы получили название АСКУЭ, которая представлена на рисунке 5.1.

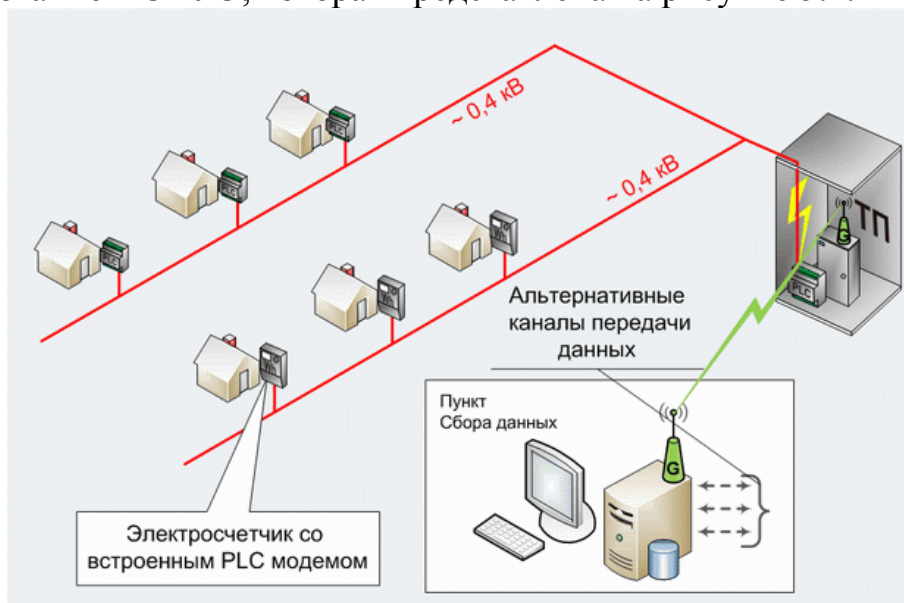


Рисунок 6.1 – Структура автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии

Система учета электроэнергии должна быть создана как трехуровневая автоматизированная система с распределенной функцией измерения и централизованным управлением. Система в целом должна состоять из следующих компонентов:

- 1) Измерительные компоненты:
 - измерительно-информационные комплексы точек учёта (ИИК ТУ);
- 2) Комплексные компоненты:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- информационно-вычислительные комплексы электроустановок (ИВКЭ);
 - информационно-вычислительный комплекс (ИВК);
- 3) Связующие компоненты:
- технические средства приёма-передачи данных (каналообразующая аппаратура) и каналы связи.

На уровне ИИК ТУ должно обеспечиваться автоматическое проведение измерений в точке измерений. В состав ИИК ТУ входят:

- счётчики электрической энергии;
- вторичные измерительные цепи;
- существующие измерительные трансформаторы тока и напряжения;

На уровне ИВКЭ должны обеспечиваться:

- интерфейс доступа к информации по учёту электрической энергии ИИК ТУ;
- автоматический сбор информации по учёту электрической энергии от ИИК ТУ;
- автоматический сбор информации о состоянии средств измерений.

В состав ИВКЭ входят:

- концентраторы данных, обеспечивающие интерфейс доступа к ИИК ТУ

6.2 Микропроцессорные счетчики учета электроэнергии и мощности

Электросчетчики являются источниками первичной информации для АС-КУЭ. Типы применяемых электросчетчиков должны быть внесены в Госреестр средств измерений Российской Федерации и иметь действующие свидетельства о поверке. Для точек учёта, где возможны перетоки электроэнергии (приём – отдача), электросчётчики должны обеспечивать учёт электроэнергии в обоих направлениях. Все электросчетчики коммерческого учета должны обеспечивать учёт перетоков реактивной мощности в обоих направлениях.

Микропроцессорные счетчики электрической энергии СЕ308, СЕ208 фиксируют заданные при их программировании параметры, основными из которых являются:

- измерение активной и реактивной электроэнергии и мощности, прошедшее через сечение учета нарастающим итогом;
- фиксация усредненных значений мгновенной мощности на расчетном интервале времени;
- запись и хранение в памяти счетчика графика нагрузок;
- измерение значений напряжений и токов пофазно.

Таблица 6.1 – Технические характеристики счетчика СЕ 208

Характеристика	Значение
Класс точности	1
Базовый ток, А	5
Максимальный ток, А	80

Окончание таблицы 6.1

Характеристика	Значение
Номинальное напряжение, В	230
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха для счетчика, °С	от – 45 до +70
Рабочий диапазон изменения частоты измерительной сети счетчика, Гц	50 ± 2,5
Длительность хранения информации при отключении питания, не менее, лет	30
Длительность учета времени и календаря при отключенном питании, не менее, лет	16
Срок службы батарейки, лет	16
Интервалы усреднения (расчета) мощности, мин	3; 5; 10; 15; 30; 60
Число тарифов	4
Скорость обмена по интерфейсу/ оптопорту, бит/с	от 300 до 38400
Масса счетчика не более, кг	0,5
Габаритные размеры корпуса (длина; ширина; высота), не более, мм	110 x 89 x 72,5
Средняя наработка счетчика до отказа, ч	220000
Степень защиты	IP51

На рисунке 6.2 изображен внешний вид счетчика СЕ 208

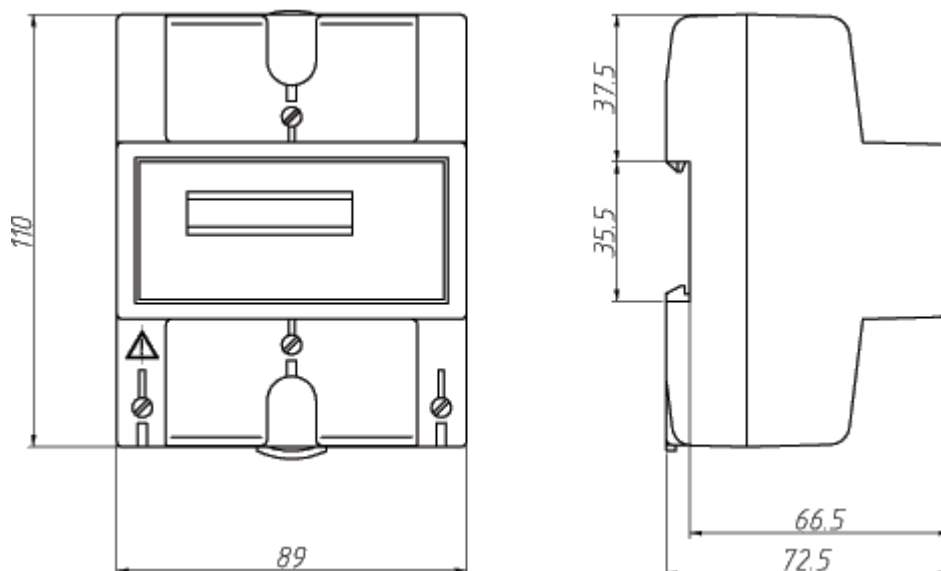


Рисунок 6.2 – Габаритные размеры счетчика СЕ 208

На рисунке 6.3 представлена типовая схема подключения счетчика СЕ 208

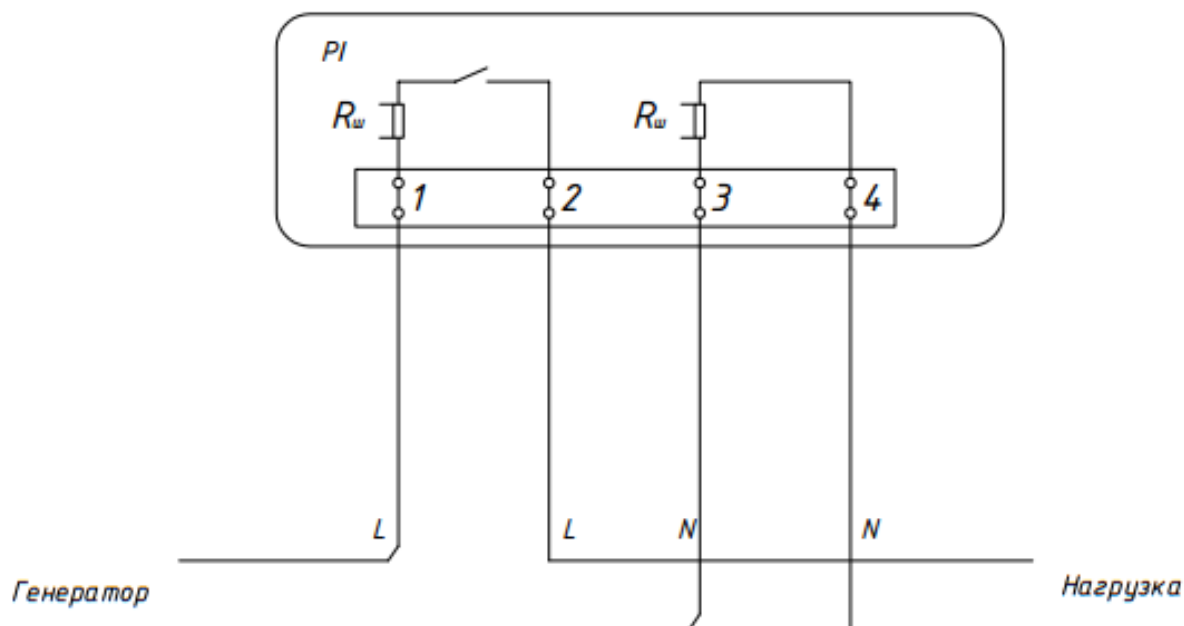


Рисунок 6.3 – Схема подключения счетчика СЕ208

Счетчики осуществляют передачу измерений на УСПД СЕ805 по радио каналу связи (посредством встроенных радио-модулей). Диагностика, дискретность учета параметров электрической сети, их количественный и качественный состав программируется с использованием программного обеспечения ИИС «Энергомера». Хранение ключевой информации (конфигурация, активная энергия, количество сеансов связи и т.д.) осуществляется в энергонезависимой памяти счетчика.

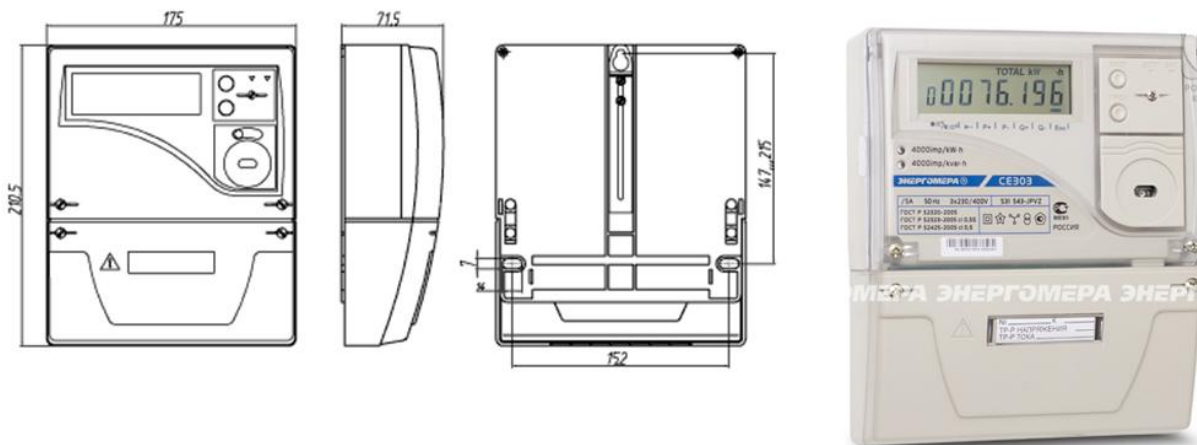


Рисунок 6.4 – Внешний вид микропроцессорного счетчика СЕ308

Таблица 6.2 – Технические характеристики счетчика СЕ 308

Показатели	Величины
Число тарифов, не менее	8
Число временных зон тарифной программы в сутках	от 1 до 12
Класс точности по активной энергии	0,5S, 0,5, 1
Номинальный или базовый ток, А	1, 5

Окончание таблицы 6.2

Показатели	Величины
Номинальный или базовый ток, А	1, 5
Максимальный ток, А	1,5; 10
Частота измерительной сети, Гц	50
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха	от – 40 до + 70
Длительность хранения информации при отключении питания, не менее, лет	30
Длительность учета времени и календаря при отключенном питании, не менее, лет	16
Срок службы элемента питания, не менее, лет	16
Число тарифов, не менее	8
Скорость обмена по интерфейсам, бит/с	от 300 до 115200
Скорость обмена через оптический порт, бит/с	от 300 до 9600
Масса счетчика, не более, кг	1
Габаритные размеры, не более, мм (длина; ширина; высота)	215; 175; 72
Средняя наработка на отказ, не менее, ч	220000
Средний срок службы до первого капитального ремонта счетчиков, не менее, лет	30

6.3 Устройства сбора и передачи данных

На трансформаторной подстанции сбор данных с приборов учета осуществляет УСПД СЕ805, расположенных на трансформаторной подстанции – по фрагменту локальной промышленной шины ЕІА485, расположенных у абонентов – по радио каналу (433 МГц).

УСПД обеспечивает сбор, обработку, накопление, хранение данных со счетчиков, объединение измерений по характерным группам, по заданным тарифам на заданном интервале времени, поиск максимальных мощностей, ведение архивов заданной структуры, а также корректировку встроенных часов счетчика во время осуществления сеансов связи с целью обеспечения синхронности измерений. Корректировка встроенных часов УСПД осуществляется во время сеанса связи с сервером центра сбора данных системы учета электроэнергии.

Для передачи коммерческой информации с УСПД СЕ805 трансформаторных подстанций в центр сбора и обработки информации используется GSM/GPRS канал оператора сотовой связи.

Для обеспечения высокой степени работоспособности комплекс осуществляет автоматическую диагностику и фиксирует все случаи неисправности в журналах событий. Для защиты измерительных данных и параметров комплекса от

несанкционированных изменений предусмотрена многоуровневая система защиты.

Таблица 6.3 – Технические характеристики УСПД СЕ805

Показатели	Величины
интерфейсы для сбора данных со счетчиков интерфейсы для чтения собранных данных	1 или 2 RS-485, RF433 RS-485, USB, GSM/GPRS, Ethernet
количество каналов учета	1000
Напряжение питания УСПД, В	9 – 27
Максимальная потребляемая мощность, Вт	10
Диапазон рабочих температур, °С	От – 40 до + 65
Степень защиты корпуса	IP20, IP52
Средняя наработка на отказ	Не менее 120 000 часов
Межповерочный интервал	6 лет
Средний срок службы	Не менее 24 лет



Рисунок 6.5 – Внешний вид УСПД СЕ805

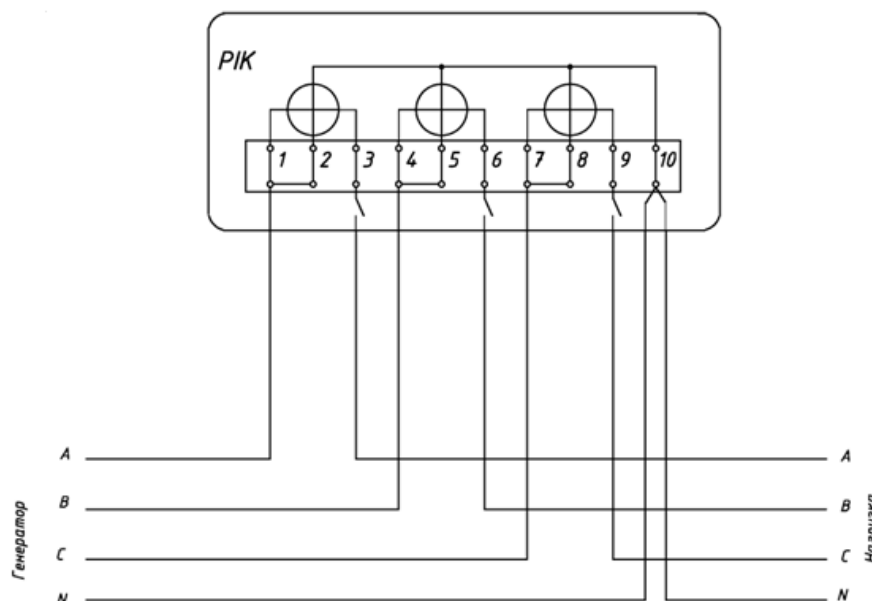


Рисунок 6.6 – Схема подключения счетчика СЕ 308

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ

Лист

40

6.4 Программное обеспечение

На рисунке 6.7 представлен алгоритм работы программного обеспечения на уровне счетчиков.

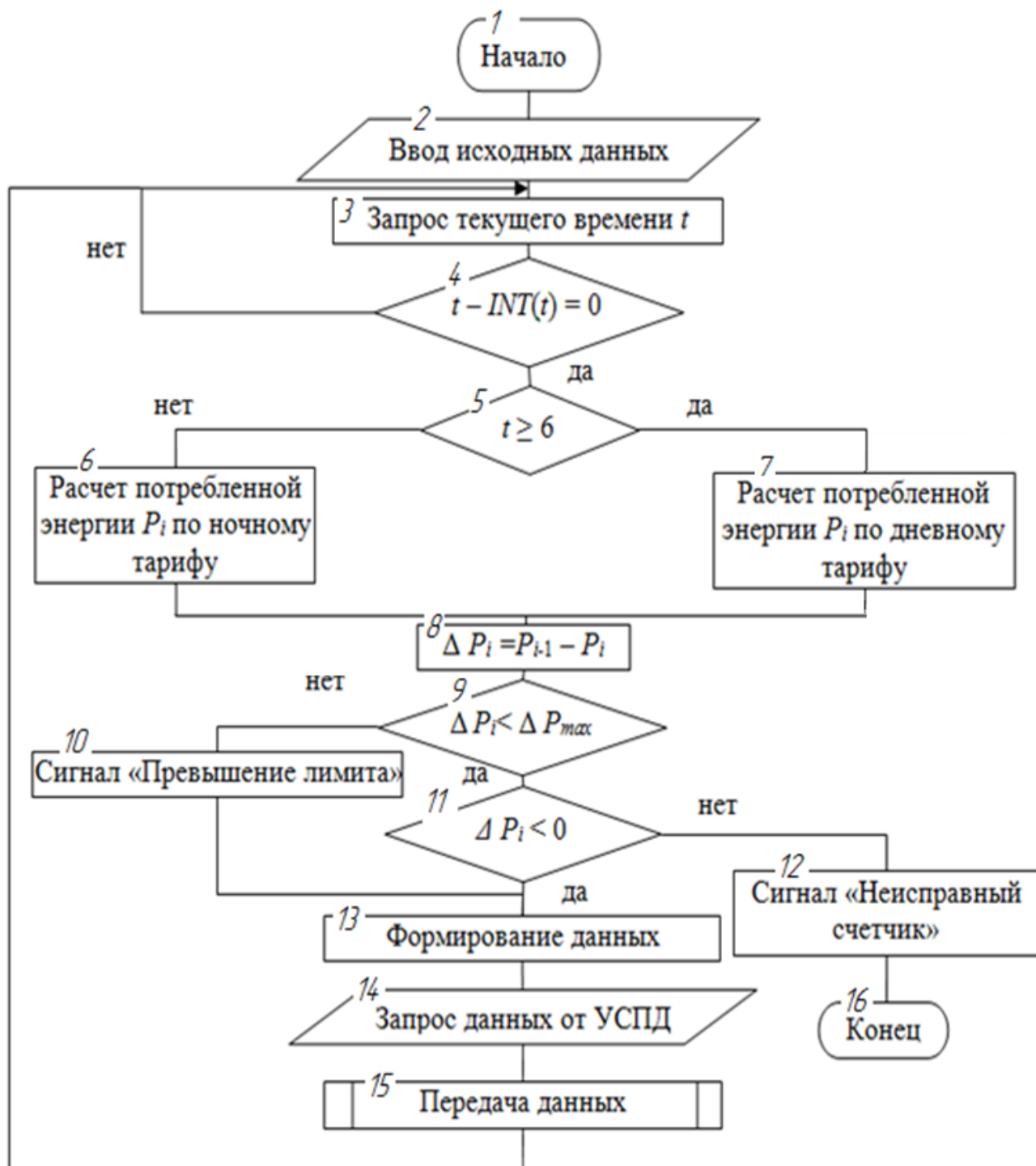


Рисунок 6.7 – Алгоритм программного обеспечения микропроцессорных счетчиков

Программные средства АСКУЭ должны обеспечивать безотказную работу в течение всего срока службы устройства, а при обновлении версий – полную сов-

местимость и сохранение всех ранее установленных и хранимых параметров. Сбор данных производится каждый час. Для того, чтобы счетчик рассчитывал потребленную энергию в соответствии с дневным или ночным тарифом, необходимо задать условие по времени. При времени больше 6 часов расчет электроэнергии будет проводиться по дневному тарифу. Изменяя или добавляя условия можно задать любой необходимый тариф. Одной из функций АСКУЭ является дистанционное отключение потребителей, которые превышают лимит потребления электроэнергии. Максимальное ограничительное значение вносится в программу. Если разность между предыдущим значением и нынешним будет выше лимита, то на верхний уровень будет отправлен сигнал «Превышение лимита». Чтобы убедиться в правильности работы счетчика программа запускает проверку. У бытовых потребителей разность между предыдущим и нынешним значением не может быть отрицательной. При нарушениях в работе или фиксации несанкционированного вмешательства программное обеспечение должно обеспечить автоматический перевод системы в режим передачи информации на верхний уровень сбора информации. Также подается сигнал о неисправности счетчика.

Если счетчик исправен, программа формирует пакеты данных. В нормальном режиме работы обмен информацией с системой верхнего уровня АСКУЭ производится по сигналам запроса этой системы, при этом должны передаваться любые запрашиваемые и хранимые параметры.

При этом предусматривается вычисление всех необходимых показателей энергопотребления, возможность изменения в процессе работы состава и количества учитываемых параметров, а так же механизмов их вычислений. Форматы и протоколы передачи данных должны быть построены на основе "открытых" промышленных стандартов, то есть должны позволять использование их в составе АСКУЭ различных разработчиков, иметь возможность транспортировки данных в различные СУБД, электронные таблицы и другие типы программных приложений для дальнейшей обработки и хранения информации.

Выводы по разделу шесть

Для системы АСКУЭ, выбраны:

- однофазные счетчики серии СЕ 208 в количестве 139 штук
- трехфазные счетчики электроэнергии серии СЕ 308 в количестве 23 штук
- устройство сбора и передачи данных УСПД СЕ 805 в количестве 4 штук

Для передачи данных со счетчика на УСПД устанавливается GSM Антенна Антей 905 FME/SMA в количестве 12 штук и GSM Антенна Polaris 450-5433 МГц

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

7.1 Исходные положения

Целью выпускной квалификационной работы является снижение коммерческих потерь электроэнергии.

7.2 Капитальные вложения

Стоимость оборудования определяется на основе сметной стоимости оборудования.[10] В текущих ценах учтены: оптовые цены поставщика, стоимость упаковки и тары, величина заготовительно-складских расходов и налог на добавленную стоимость.

Таблица 7.1 – Смета затрат на оборудование и материалы

Название оборудования/материала	Единицы измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Счетчик однофазный СЕ 208-С2	шт.	139	12260	1704140
Счетчик трехфазный СЕ 308	шт.	21	11500	241500
Трансформатор тока ТШП-0,66 УЗ 400/5	шт.	3	456,6	1369,8
Трансформатор тока ТШП-0,66 УЗ 600/5	шт.	3	456,6	1369,8
Трансформатор тока ТШП-0,66 УЗ 300/5	шт.	6	456,6	2739,6
GSM Антенна Polaris 450-5 433 МГц	шт.	4	3100	12400
Силовой трансформатор ТМГ12-400/10-У1	шт.	2	221840	443680
Силовой трансформатор ТМГ12-630/10-У2	шт.	2	332760	665520
Силовой трансформатор ТМГ12-250/10-У3	шт.	2	169920	339840
GSM Антенна Антей 905 FME/SMA	шт.	12	590	7080
УСПД СЕ805	шт.	4	26800	107200
Итого стоимость оборудования C_0 , руб.				3495169

Единовременные затраты K_1 , руб.

$$K_1 = K_{TC} + K_{BC} + K_{MH}, \quad (7.1)$$

где K_{TC} – затраты на основные технические средства, руб.;

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

K_{bc} – затраты на неучтенное оборудование, руб.;

K_{mn} – затраты на монтаж и наладку технических средств, руб.;

Затраты на основные технические средства K_{tc} , руб.

$$K_{tc} = C_0 + C_{тр}, \quad (7.2)$$

где $C_{тр}$ – транспортные расходы, руб.

Транспортные расходы составляют от 5% от стоимости оборудования

$$C_{тр} = 0,05C_0, \quad (7.3)$$

$$C_{тр} = 0,05 \cdot 3495169 = 174758 \text{ руб.}$$

Затраты на основные технические средства K_{tc} , руб. составляют

$$K_{tc} = 3495169 + 174758 = 3669917,$$

Затраты на неучтенное оборудование K_{bc} , руб. составляют 10% от стоимости оборудования

$$K_{bc} = 0,1C_0, \quad (7.4)$$

$$K_{bc} = 0,1 \cdot 3495169 = 349516,9 \text{ руб.}$$

Затраты на монтаж, пуско-наладку технических средств K_{mn} , руб. составляют 10% от стоимости оборудования

$$K_{mn} = 0,1C_0, \quad (7.5)$$

$$K_{mn} = 0,1 \cdot 3495169 = 349516,9 \text{ руб.}$$

Общая величина капиталовложений включает в себя стоимость оборудования, стоимость электромонтажных и пусконаладочных работ. Подсчет капитальных затрат представлен в таблице 7.2

Таблица 7.2 – Подсчет капитальных затрат

Наименование затрат	Стоимость, руб.
Затраты на основные технические средства	3495169
Затраты на неучтенное оборудование	349517
Электромонтажные и пуско-наладочные работы	349517
Итого	4194203

7.3 Расчет экономии эксплуатационных расходов

Расчет прибыли по поставке электроэнергии энергосбытовой организации.

Энергосбытовая организация получает прибыль за каждый кВт·ч с учетом коэффициента тарифа по передаче. Деревня Филимоново за 2016 год потребила 15468441,3 кВт·ч энергии.

Прибыль энергосбытовой организации

$$P_p = N \cdot T_{\text{пр}}, \quad (7.6)$$

где N – количество потребленных кВт·ч;

$T_{\text{пр}}$ – тариф по передаче электроэнергии, $T_{\text{пр}} = 1,92$.

$$P_p = 15468441,3 \cdot 1,92 = 29699407,3 \text{ руб.}$$

Установка новой системы электроснабжения позволит сократить рабочие должности, представленные в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Заработная плата работников за год

Должность	Разряд	Годовой оклад, руб
Электромонтер	4	192000
Электромонтер	5	240000
Водитель	–	180000
Техник-контролёр	–	180000
Итого $C_{\text{зп}}$		792000

Отчисления на социальные нужды составляют 34% от суммы экономии заработной платы

$$C_c = C_{\text{зп}} \cdot 0,34, \quad (7.7)$$

$$C_c = 792000 \cdot 0,34 = 269280$$

Расход на заработную плату с отчислениями

$$\Sigma \text{Э}_э = C_c + C_{\text{зп}}, \quad (7.8)$$

$$\Sigma \text{Э}_э = 792000 + 269280 = 1061280$$

Затраты на коммерческие потери

$$П = P_p K_{\phi} \quad (7.9)$$

где $П$ – фактические потери;

K_{ϕ} – нормативное количество потерь для сельских электрических сетей.

$$\Pi = 29699407,3 \cdot 0,1 = 2969940,73$$

$$\Pi_k = \Pi K_k \quad (7.10)$$

где Π_k – коммерческие потери;

K_ϕ – нормативное количество коммерческих потерь для сельских электрических сетей.

$$\Pi_k = 2969940,73 \cdot 0,7 = 2078958,5$$

Таким образом, экономия затрат на коммерческие потери составит 2078958,5 руб.

Экономия годовых эксплуатационных затрат

$$\Delta S = \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_m, \quad (7.11)$$

где \mathcal{E}_3 – экономия на заработной плате работников, руб;

\mathcal{E}_m – экономия на коммерческих потерях, руб.

$$\Delta S = 1061280 + 2078958,5 = 3140238,5 \text{ руб}$$

7.4 Расчет экономической эффективности

Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_r = \Delta S - \Delta K \cdot e_n, \quad (7.12)$$

где ΔS – экономия годовых и эксплуатационных затрат;

ΔK – дополнительные капитальные вложения;

e_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $e_n=0,15$ [11].

$$\mathcal{E}_r = 3140238,5 - 1061280 \cdot 0,15 = 2981046,5 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений

$$T_{ок} = \frac{\Delta K}{\mathcal{E}_r}, \quad (7.13)$$

$$T_{ок} = \frac{4543720}{2981046,5} = 1,52$$

Вывод по разделу семь

Был произведен расчет экономической эффективности, в результате которого выявлено, что годовой экономический эффект составляет 2981046,5 рублей, а срок окупаемости капиталовложений – 1,52 года. Срок окупаемости свидетельствует о целесообразности реализации проекта.

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

8.1 Краткое описание системы электроснабжения деревни Филимоново

Электроснабжение деревни Филимоново, одного из крупнейших поселений Чебаркульского района, осуществляется от четырех трансформаторных подстанций: ТП 60, ТП 232, ТП 295, ТП 516

На территории присутствуют потребители 2 и 3 категорий надежности электроснабжения.

Для электроснабжения потребителей деревни Филимоново используется распределительная сеть на трехфазном переменном токе напряжением 10 кВ и сеть общего пользования напряжением 0,4 кВ.

Для внедрения АСКУЭ используется следующее оборудование: микропроцессорные однофазные и трехфазные счетчики, УСПД,

8.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Для создания наиболее благоприятных и безопасных условий работы для человека, необходимо изучить и выявить основные причины возможности возникновения пожаров, взрывов, несчастных случаев, аварий и принять меры, направленные на устранение этих причин.

В процессе демонтажа устаревшего и монтажа проектируемого электрооборудования трансформаторных подстанций рабочий персонал подвергается воздействию физических и психофизиологических негативных факторов. Такие факторы оказывают вредное влияние на здоровье и работоспособность человека.

К физическим негативным факторам производственной среды относятся:

- метеорологические факторы, или микроклимат рабочего помещения;
- светотехнические факторы;
- электромагнитные факторы.

К психофизиологическим негативным факторам производственной среды относятся физические перегрузки и нервно-эмоциональные нагрузки.

К физическим перегрузкам относятся:

- статические нагрузки;
- динамические нагрузки;
- гиподинамия.

Самый опасный фактор при работе с электрооборудованием – это воздействие электрического тока. Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, механическое и биологическое воздействие. Причинами смерти от воздействия электрического тока могут быть остановка сердца или его фибрилляция. Хаотическое сокращение отдельных волокон сердечной мышцы, не способное поддерживать его эффективную работу и самостоятельно не проходящее, прекращение дыхания и электрический шок – своеобразная нервно-рефлекторная реакция организма в ответ на сильное раздражение электрическим током, сопровождающаяся расстройством кровообращения, дыхания и обмена

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

веществ. Шоковое состояние может продолжаться от нескольких десятков минут до суток. При длительном шоковом состоянии может наступить смерть. С целью защиты людей от поражения электрическим током разработаны и внедрены специальные правила по технике безопасности, которые являются обязательными для всех работающих и имеющих отношение к устройству или эксплуатации электрооборудования.

8.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса

Знание допустимых для человека значений тока и напряжения позволяет правильно оценить опасность поражения и определить требования к защитным мерам от поражения электрическим током.

ГОСТ 12.1.038-82 устанавливает предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов, протекающих через тело человека. Под напряжением прикосновения понимается напряжение между двумя точками цепи тока, которых одновременно касается человек. Нормы предназначены для проектирования способов и средств защиты от поражения электрическим током людей при их взаимодействии с электроустановками. Они соответствуют прохождению тока через тело человека по пути рука - рука или рука - ноги.

Стандарт предусматривает нормы для электроустановок при нормальном (неаварийном) режиме их работы, а также при аварийных режимах производственных и бытовых электроустановок.

Значения напряжения прикосновения и силы тока, протекающего через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановки, не должны превышать значений, приведенных в таблице 7.1.

Таблица 8.1 – Предельно допустимые значения напряжения и силы тока

Род и частота тока	Наибольшие допустимые значение	
	$U_{пр}$, В	I_h , мА
Переменный, 50 Гц	2	0,3
Переменный, 400 Гц	3	0,4
Постоянный	8	1,0

Для лиц, выполняющих работу в условиях высокой температуры (более 25 °С) и влажности (относительная влажность больше 75%), эти нормы должны быть уменьшены в три раза.

Особенное неблагоприятное воздействие на тепловое состояние человека оказывает высокая влажность в сочетании с высокой температурой – более 30 градусов по Цельсию, так как при этом почти вся выделяемая теплота отдается в окружающую среду при испарении пота. При повышении влажности пот не испаряется, а стекает каплями с поверхности кожного покрова. Возникает проливное течение пота, изнуряющее организм и не обеспечивающее необходимую теплоотдачу. Недостаточная влажность воздуха неблагоприятна для человека из-за интенсивного испарения влаги со слизистых оболочек, их пересыхания и растека-

ния, а затем болезнетворными микробами. Для человека является допустимым для снижение его массы на 2-3% путем испарения влаги- обезвоживание организма. Обезвоживание на 6 % влечет за собой нарушение умственной деятельности, снижение остроты зрения. Испарение влаги на 15-20% приводит к летальному исходу.

Высокая температура воздуха в помещениях при сохранении других параметров вызывает быструю утомляемость работающего, перегрев организма и обильное потовыделение. Это ведет к снижению внимания, вялости и может оказаться причиной возникновения несчастного случая.

Низкая температура может вызвать местное и общее охлаждение организма и стать причиной ряда простудных заболеваний – ангины, катара верхних дыхательных путей. Оптимальная температура 15 – 20°

8.4 Охрана труда

8.4.1 Режим труда и отдыха

Оптимальный режим труда и отдыха – это такое чередование периодов работы с периодами отдыха, при котором достигается наибольшая эффективность деятельности человека и хорошее состояние его здоровья. Он оказывает благотворное влияние на функциональное состояние человека.

Оптимальный режим труда и отдыха достигается:

- паузами в работе и перерывами;
- сменой форм работы и условий окружающей среды;
- поддержанием определённого темпа и ритма работы;
- устранением монотонности и малоподвижности;
- снятием нервно-психических нагрузок отдыхом в комнатах для отдыха персонала;
- использованием психологического воздействия цвета, музыки и средств технической эстетики.

1. Применение средств индивидуальной защиты.

Средства индивидуальной защиты предназначены для защиты тела, органов дыхания, зрения, слуха, головы, лица и рук от травм и воздействия неблагоприятных производственных факторов.

Электрозащитные средства предназначены для защиты людей от поражения током, воздействия электрической дуги и электромагнитного поля.

Электрозащитные средства делятся на основные и дополнительные.

Основные электрозащитные средства для работы в электроустановках напряжением выше 1 кВ: изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения. Дополнительные: диэлектрические перчатки, боты, ковры и колпаки; индивидуальные экранирующие комплекты, изолирующие подставки и накладки; переносные заземления; оградительные устройства; плакаты и знаки безопасности.

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Основные электрозащитные средства для работы в электроустановках напряжением до 1 кВ: изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками.

Дополнительные: диэлектрические галоши и ковры, переносные заземления, изолирующие подставки и накладки, оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности.

Применение предупреждающих плакатов и знаков безопасности. При работах в электроустановках существует опасность потери ориентировки работающими; для предотвращения этого следует предварительно обозначить специальными знаками (предупредительными плакатами) места, где могут производиться работы, и соседних участков установки, прикосновение и приближение к которым опасно.

8.4.2 Подбор кадров

Правила техники безопасности предусматривают отбор по состоянию здоровья персонала для обслуживания действующих электроустановок. Для этого производится медицинское освидетельствование персонала при поступлении на работу и периодически один раз в два года. Этот отбор преследует и другую цель – не допустить к обслуживанию людей с недостатками здоровья, которые могут мешать их производственной работе или послужить причиной ошибочных действий, опасных для него и других лиц.

8.4.3 Организационно-технические меры защиты

Изолирование и ограждение токоведущих частей электрооборудования.

Прикосновение к токоведущим частям всегда может быть опасным, даже в сети напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью и малой ёмкостью. Нередко опасно даже приближение к токоведущим частям. Чтобы исключить возможность прикосновения или опасного приближения к неизолированным токоведущим частям, должна быть обеспечена недоступность последних посредством ограждения или расположения токоведущих частей на недоступной высоте или в недоступном месте.

1. Применение блокировок

Блокировки используются для обеспечения недоступности неизолированных токоведущих частей. Они применяются в электроустановках, в которых часто производятся работы на ограждаемых токоведущих частях (испытательные стенды, установки для испытания изоляции повышенным напряжением и т.п.). Блокировки устанавливаются также в электрических аппаратах – рубильниках, пускателях, автоматических выключателях и других устройствах, работающих в условиях с повышенными требованиями безопасности.

Блокировки применяются также и для предупреждения ошибочных действий персонала при переключениях в распределительных устройствах и на подстанциях.

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

2. Переносные заземления

Это временные заземления, которые предназначены для защиты от поражения током персонала, производящего работы на отключённых токоведущих частях электроустановки, при случайном появлении напряжения на этих частях (например, дополнительно заземляющий проводник, металлическая цепь, касающаяся земли, и т.д.).

3. Контроль, профилактика изоляции, обнаружение её повреждений, защита от замыканий на землю

Контроль изоляции – это измерение её активного сопротивления с целью обнаружения дефектов и предупреждения замыканий на землю и коротких замыканий. Для профилактики изоляции осуществляют периодический и постоянный ее контроль.

4. Защитное заземление

Это преднамеренное электрическое соединение с землёй или её эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Целью защитного заземления является снижение до малого значения напряжения относительно земли на проводящих нетоковедущих частях оборудования. Защитное заземление применяется в сетях с изолированной нейтралью напряжением до 1 кВ.

Принцип действия защитного заземления основан на перераспределении падений напряжения на участках цепи: фаза – земля и корпус – земля. При наличии заземления уменьшается напряжение, под которое попадает человек.

5. Двойная изоляция

Двойная изоляция – это электрическая изоляция, которая состоит из рабочей и дополнительной изоляции. Она является надёжным и перспективным средством защиты человека от поражения электрическим током. Электрооборудование, изготовленное с двойной изоляцией, маркируется особым знаком. Особенно эффективно защитное действие двойной изоляции в электроинструменте.

6. Защитное зануление

Защитное зануление как защитная мера применяется в сетях с глухозаземлённой нейтралью напряжением до 1 кВ. Это преднамеренное электрическое соединение с нулевым защитным проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Целью зануления является устранение опасности поражения человека при пробое на корпус оборудования одной фазы сети.

7. Защитное отключение.

Защитное отключение является эффективной и очень перспективной мерой защиты. Защитным отключением называется быстродействующая защита, обеспечивающая автоматическое отключение электроустановки при возникновении в ней опасности поражения током. Основными характеристиками устройств защитного отключения (УЗО) являются: значение тока утечки, на которое реагирует устройство, называемое уставкой, и быстродействие.

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

8.5 Производственная санитария

Под воздействием различных производственных вредностей непосредственно в процессе труда формируется одно из трех качественно определенных функциональных состояний организма: нормальное, пограничное (между нормой и патологией) и патологическое.

Характерные признаки каждого из трех функциональных состояний организма служат физиологической шкалой при определении тяжести работ. Разработанная НИИ труда классификация выделяет 6 категорий тяжести работ в зависимости от степени воздействия условий труда на человека.

К первой категории тяжести относятся любые виды работ, которые выполняются в оптимальных условиях внешней среды. Здесь трудовая нагрузка точно соразмерна с физиологическими возможностями человека и соответствует его способностям.

Ко второй категории тяжести относятся такие работы, в результате выполнения которых нормальное состояние организма практически не изменяется. Возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или отдыха после работы. Эта категория тяжести свидетельствует о том, что отнесенная сюда работа выполняется в благоприятных условиях труда.

К третьей категории тяжести относятся работы, при выполнении которых в организме человека из-за повышенной нагрузки или не вполне благоприятных условий труда формируется начальная стадия пограничного функционального состояния. Основным признаком третьей категории тяжести является замедление физиологических функций. Замедляется выполнение обычных рабочих операций (заданий), снижается индивидуальная производительность труда.

К четвертой категории тяжести относятся работы, при выполнении которых в организме исполнителя формируется глубокое пограничное функциональное состояние. Для этой категории характерно снижение работоспособности, повышается уровень общей заболеваемости, появляются производственно обусловленные заболевания, растет количество и тяжесть производственных травм.

К пятой категории тяжести относятся работы, при выполнении которых в организме человека формируется патологическое функциональное состояние в результате чрезмерной нагрузки и неблагоприятных санитарно-гигиенических условий среды. Работы пятой категории тяжести вызывают хронические производственно обусловленные заболевания, профессиональные болезни.

К шестой категории тяжести относятся работы, при выполнении которых отчетливо появляются признаки патологического функционального состояния в организме человека на ранних стадиях. Для этой категории тяжести характерно большое количество профессиональных заболеваний, которые обнаруживаются рано и приобретают тяжелое течение.

При монтаже электрооборудования работы могут производиться в любое время года за исключением дождя, грозы, температуры ниже минус 25 °С, при сильном ветре. Для персонала обслуживающего оборудование, местом постоянного пребывания является помещение в здании районных электрических сетей, в

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

помещении находится средство связи, средства индивидуальной защиты и инструменты. В помещении поддерживается температура воздуха около 22-24 °С, с оптимальной влажностью воздуха в пределах 40-60%, скорость движения воздуха 0,1-0,2 м/с. Присутствует естественная вентиляция.

Защита от электромагнитных полей.

К основным методам защиты от электромагнитных полей следует отнести рациональное размещение излучающих и облучающих объектов, исключая или ослабляющие воздействие излучения на персонал; ограничение места и времени нахождения работающих в электромагнитном поле; защита расстоянием, т.е. удаление рабочего места от источника электромагнитных излучений; использование поглощающих или отражающих экранов; применение средств индивидуальной защиты и некоторые др.

Защита от шума и вибрации

Основными источниками промышленного шума являются трансформаторы. Наиболее рациональный способ уменьшения шума – снижение звуковой мощности его источника.

Этот способ борьбы с шумом носит название уменьшения шума в источнике его возникновения. Снижение механических шумов достигается: улучшением конструкции машин и механизмов, заменой деталей из металлических материалов на пластмассовые, заменой ударных технологических процессов на безударные.

Основные методы защиты от вибрации делятся на две большие группы:

- снижение вибрации в источнике её возникновения;
- уменьшение параметров вибрации по пути её распространения от источника.

Важно, чтобы собственные частоты вибрации агрегата или установки не совпадали с частотами переменных сил, вызывающих вибрацию. В противном случае может возникнуть резонанс, в результате чего резко увеличится амплитуда колебаний (виброперемещение) устройства, что может привести к его поломке или разрушению. Исключить резонансные режимы работы оборудования и тем самым снизить уровень вибрации можно либо путём изменения массы и жёсткости вибрирующей системы, либо, установлением нового режима работы агрегата.

Следующий метод защиты от вибрации называется вибродемпфированием (вибропоглощением), под которым понимают превращением энергии механических колебаний системы в тепловую. Хорошей вибродемпфирующей способностью обладают и традиционные материалы: пластмассы, дерево, резина. Значительный эффект достигается при нанесении на колеблющиеся детали вибропоглощающих покрытий.

8.6 Эргономика и производственная эстетика

Цветовое оформление (окраска) помещений, оборудования и инвентаря — один из важнейших элементов в создании эстетического интерьера. Однако роль цветовых тонов при окраске нельзя рассматривать только с позиции красочного оформления помещений и оборудования, так как различные цвета оказывают раз-

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

личное влияние на организм человека и на трудовой процесс в целом. Исследования многих институтов, лабораторий физиологии и психологии труда, а также зарубежные материалы показывают, что различные цвета влияют на психологические функции человека и на его центральную нервную систему. Цветовое оформление (окраску) помещений, оборудования и инвентаря были решены на основе научных выводов и рекомендаций.

Основные требования эргономики:

- рациональная расстановка оборудования в цехах, отделениях, на участках, по ходу выполнения производственного процесса, сокращая при этом длину перехода от одной машины к другой без встречных потоков;
- соблюдение интервалов при установке стационарного оборудования: расстояние между машинами, стеллажами – 1 м, от машины до стены – 0,5 м, проходы между рядами машин – 5 м, проезды – 2,5 м;
- размещение рукояток управления машин в удобных зонах досягаемости рук, а педалей - для ног, снижение усилий на них;
- рациональное размещение материалов на стеллажах (более легкие и мелкие - вверху, тяжелые, громоздкие и неудобные - внизу), инструментов и приспособлений на рабочих местах (основные у правой руки, вспомогательные - у левой, дальше от центра); в) документации и справочной литературы в ящиках рабочих столов (часто используемая - в верхних, редко - в нижних).

Наиболее удобная зона для работы рук располагается до 0,5 м от центра туловища по ширине, до 0,7 м - по длине, на высоте от 1 до 1,6 м в положении стоя (от пола), от 0,6 до 1,2 м - сидя.

8.7 Противопожарная и взрывобезопасность

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб.

Опасными факторами пожара для человека являются открытый огонь и искры, повышенная температура воздуха и предметов, токсичные продукты горения, дым, пониженная концентрация кислорода в воздухе, обрушения и повреждений зданий, сооружений, установок, а также взрывы.

Пожарная опасность электроустановок обусловлена наличием в применяемом электрооборудовании горючих изоляционных материалов.

Горючей является изоляция обмоток электрических машин, трансформаторов, различных электромагнитных устройств. Наибольшую опасность представляют маслonaполненные аппараты - трансформаторы, баковые выключатели, кабели с бумажной изоляцией, пропитанной маслoканифoлевым составом, аккумуляторные батареи.

При работе на подстанции возможны возникновения следующих аварийных ситуаций:

- короткие замыкания;
- перегрузки;
- повышение переходных сопротивлений в электрических контактах;

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

- перенапряжение;
- возникновение токов утечки;
- неаккуратное обращение с огнём;
- неправильное проведение сварочных работ.

При возникновении аварийных ситуации происходит резкое выделение тепловой энергии, которая может явиться причиной возникновения пожара. На долю пожаров, возникающих в электроустановках приходится 20%.

Особое внимание следует обратить на возгорания масла из маслonaполненного оборудования. Для предотвращения растекания масла и распространения пожара при повреждениях маслоприемного оборудования согласно требованиям ПУЭ-2003 п.4-2-70.4-2-101, на трансформаторной подстанции выполняются специальные сооружения маслоприемники, маслоотводы и маслосборники.

При общем объеме масла – 14, 8 м³, общий объем маслосборника принимаем 50 м³, из условия размещения в нем 100 % масла и 20 м³ воды на пожаротушение.

Маслосборник должен быть всегда пустым и готовым для приема масла и воды на случай аварии.

На территории подстанции в соответствующем месте уставлен щит с противопожарными инструментами: огнетушителем и ящик с песком. Внешний периметр подстанции окопан для предотвращения передвижения огня как снаружи так и извне ее.

Тушение пожара электрооборудования производят при снятом напряжении, не допуская перехода огня на рядом расположенные установки. При загорании маслonaполненной аппаратуры можно пользоваться любыми средствами пожаротушения: воздушно-механической пеной, распыленной водой, огнетушителями. Тушить контактными струями воды горящее масло не рекомендуется во избежание увеличения площади пожара.

При тушении кабелей, проводов, аппаратуры применяют углекислотные огнетушители, а также распыленную воду. Если напряжение снять невозможно, допускается тушение пожара компактными и распыленными водными струями. При этом ствол пожарного рукава должен быть заземлен, а работать следует в диэлектрических перчатках и ботах.

8.8 Экологическая безопасность

Основным возможным источником загрязнения окружающей среды является трансформаторное масло, используемое в качестве жидкого диэлектрика и для охлаждения силового трансформатора. На КТП должны быть смонтированы маслоприемники, маслоотводы и маслосборники в соответствии с требованиями действующих правил устройства электроустановок. Маслоприёмные устройства должны содержаться в состоянии, обеспечивающем приём масла в любое время года. Так же негативное влияние на живые организмы оказывает электромагнитное поле.

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Вредное действие магнитного поля на живые организмы и в первую очередь на человека, проявляется только при очень высоких напряжениях порядка от 150 до 200 А/м, возникающих на расстоянии от 1 до 1,5 метра от проводов фаз воздушных линий и силовых трансформаторов, и представляет опасность при работе под напряжением. Непосредственное (биологическое) влияние электромагнитного поля на человека связано с воздействием на сердечно — сосудистую, центральную и периферийную нервные системы, мышечную ткань и другие органы. При этом возможны изменение кровяного давления, пульса, аритмия, повышенная нервная возбудимость и утомляемость. Вредные последствия пребывания человека в силовом электрическом поле зависят от напряженности поля E , кВ/м, и от продолжительности его воздействия. Так как напряжение на высокой стороне составляет 6 кВ, то опасные значения напряженности поля E , кВ/м, не возникают.

В процессе монтажа нового оборудования появляются отходы, которые утилизируются специальной техникой в специализированные для этого места.

8.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей среде.

Мероприятия по обеспечению устойчивости работы ПС, прежде всего, должны быть направлены на защиту рабочих и служащих и быть тесно связаны с мероприятиями по подготовке и проведению спасательных и неотложных аварийно-спасательных работ в очагах поражения.

К основным мероприятиям, обеспечивающим повышение устойчивой работы ПС относятся:

- повышение прочности и устойчивости важнейших элементов объекта и совершенствование технического обслуживания;
- повышение устойчивости материально-технического снабжения;
- разработка мероприятий по уменьшению вероятности возникновения вторичных факторов поражения и ущерба от них;
- подготовка к восстановлению электроснабжения после поражения объекта.

Вывод по разделу семь

Проведен анализ физических и психофизических негативных факторов, оказывающих влияние на персонал в процессе демонтажа устаревшего оборудования трансформаторных подстанций.

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе произведена разработка автоматизированной системы учета электроэнергии деревни Филимоново Чебаркульских РЭС ОАО «МРСК - Урала».

Произведено сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.

Анализ существующей системы электроснабжения показал, что потери электрической энергии составляют 67% от общего отпуска электроэнергии;

Выполнен расчет электрических нагрузок, полная мощность участка 1881 кВА. Были выбраны силовые трансформаторы ТМГ-630/10-У1, ТМГ-250/10-У1 и ТМГ-400/10-У1.

Разработана структурная схема автоматизированной системы учета электроэнергии. Для системы АСКУЭ, выбраны однофазные счетчики серии СЕ 208 в количестве 139 штук, трехфазные счетчики электроэнергии серии СЕ 308 в количестве 23 штук, устройство сбора и передачи данных УСПД СЕ 805 в количестве 4 штук, для передачи данных со счетчика на УСПД устанавливается GSM Антенна Антей 905 FME/SMA в количестве 12 штук и GSM Антенна Polaris 450- 5433 МГц.

Капитальные затраты на внедрение системы составляют 6900000 руб. Расчет технико-экономических показателей показал, что АСКУЭ позволит получить годовой экономический эффект в размере 2720000 руб. Срок окупаемости проекта составит 1,52 года, что свидетельствует о целесообразности проекта.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены вопросы безопасного обеспечения работ при обслуживании АСКУЭ, экологической безопасности и вопросы обеспечения безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций.

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Счетчики электроэнергии всех модификаций. – http://www.railway.te.ua/pc_meter.htm.
- 2 Электронный журнал «Я электрик»
- 3 Консалтинг-центр «Шаг» – <http://stepconsulting.ru/publ/prib.shtml>
- 4 <http://www.elektroschetniki.com.ua/>
- 5 Концерн "Энергомера" - <http://www.energomera.ru/ru/products/meters>
- 6 Политика энергосбережения – <http://energobor18.ru/energoberezhenie/propaganda/publikaczii/kommercheskie-poteri-elektroenergii-i-ix-snizhenie.html>
- 7 ItronRussia - <http://itronrussia.ru>
- 8 Приказ Министерства энергетики РФ от 30 декабря 2008 г. N 326 "Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям"
- 9 Правила недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг (утв. Постановлением Правительства РФ от 27.12.2004 г. № 861)
- 10 Правила устройства электроустановок 7-е издание [текст]: ПУЭ-7: утв. Приказом Минэнерго России от 08.07.2002: обязательны для всех организаций независимо от форм собственности и орг.–правовых форм. – М.: ДЕАН, 2008. – 704 с.
- 11 РД 34.20.185-94 «Инструкция по проектированию городских электрических сетей»
- 12 Фёдоров, А.А., Каменева, В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Энергаториздат, 1984. – 472 с., ил.
- 13 Григорьев, В.И. Электроснабжение и электрооборудование жилых и общественных зданий / В.И. Григорьев, Э.А. Киреева, А.П. Митюков, А.Н. Чохонелидзе – М.: Энергоиздат, 2003. – 212 с.
- 14 Лесниченко, А.Ю. Метод среднесрочного прогнозирования электропотребления предприятий и организаций региона / А.Ю. Лесниченко, аспирант // Электрика. - 2010.- № 8.- С. 15-19.
- 15 Нормативные коэффициенты эффективности капитальных вложений. - <http://www.zakonprost.ru/content/base/part/11175>.
- 16 ГОСТ 12.1.004-91. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. Взамен ГОСТ 12.1.004-85. - Введ. 1992-07-01. - М.: Госстандарт СССР 1992 - 68 с.
- 17 ГОСТ 19.003-80 Единая система программной документации (ЕСПД). Схемы алгоритмов и программ. Обозначения условные графические
- 18 ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Взамен ГОСТ 12.1.005-76. - Введ. 1989-01-01. - Госстандарт СССР 1989 - 10 с.

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

19 СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

20 Трофимова, С.Н. Выполнение раздела «Безопасность жизнедеятельности» в выпускной квалификационной работе: методические рекомендации для студентов направления 13.03.02 / С.Н. Трофимова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2017. – 21 с.

					13.03.02.2017.323.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60