

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»

институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.С. Торопов

подпись

инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2024 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Анализ результатов внедрения АСКУЭ на примере с. Балыкса
Аскизского района РХ

тема

Руководитель

подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

А. В. Коловский

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

А. И. Пожаев

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

И.А. Кычакова

инициалы, фамилия

Абакан 2024

Министерство науки и высшего образования
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт –
филиал ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»
институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

_____ А.С. Торопов

подпись

инициалы, фамилия

«___» _____ 2024 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студенту _____ Пожаеву Александру Игоревичу
(фамилия, имя, отчество)
Группа ХЭн 20-01 (10-1) Направление 13.03.02
(код)
_____ Электроэнергетика и электротехника
(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы: Анализ результатов внедрения АСКУЭ на примере с. Балыкса Аскизского района РХ

Утверждена приказом по институту № _____ от _____

Руководитель ВКР Коловский А. В., доцент кафедры ЭМиАТ
(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для ВКР поопрные схемы ЛЭП, данные по электропотреблению и оплате за 2016-2020 г.г.

Перечень разделов выпускной квалификационной работы:

- 1 АСКУЭ: назначение и структура
- 2 Обзор и анализ счетчиков э/э как элемента АСКУЭ
- 3 Потери электроэнергии в районных электрических сетях
- 4 Характеристика электрических сетей и потребителей с. Балыкса
- 5 Анализ динамики потребления и потерь по электроэнергии в с. Балыкса
- 6 Экономическая эффективность внедрения

Перечень обязательных листов графической части

- 1 Поопорные схемы фидеров с. Балыкса
2. Потребление электроэнергии за период 2016-2020 г.г.
3. Оценка экономической эффективности внедрения

Руководитель ВКР

_____ / А. В. Коловский
(подпись, инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ / А. И. Пожаев
(подпись, инициалы и фамилия студента)

«___» _____ 2024 г

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Анализ результатов внедрения АСКУЭ на примере с. Балыкса Аскизского района Республике Хакасия» содержит 39 страниц текстового документа 20 использованных источника, 3 листа графического материала.

Объект исследования – Ф. 93-03, Ф. 93-08, питающий потребителей с. Балыкса Аскизского района, филиал ПАО «Россети Сибирь» - «Хакасэнерго».

Предмет исследования – система коммерческого учета электроэнергии.

Целью бакалаврской работы является анализ эффективности применения системы АСКУЭ для сельских потребителей.

Задачами выпускной квалификационной работы являются:

- Анализ потребления электроэнергии и потерь по Ф. 93-03 и Ф.93-08;
- Расчет потерь электрической организации на основе показаний.
- Анализ результатов эффективности внедрения АСКУЭ по Ф. 93-03 и Ф. 93-08.

В теоретической части работы рассмотрены общие вопросы, связанные с потерями организации.

В аналитической части работы произведен анализ потребления электроэнергии и потерь по Ф. 93-03 и Ф. 93-08, сделаны соответствующие выводы об изменении потребления электроэнергии по годам и месяцам в году.

В практической части произведен расчет потерь и сделаны выводы об эффективности внедрения АСКУЭ. Также произведен расчет экономической эффективности внедрения.

ABSTRACT

The final qualification work on the topic "Analysis of the results of the implementation of the ASKUE on the example of the village of Balyksa in the Askiz district of the Republic of Khakassia" contains 39 pages of a text document, 20 sources used, 3 sheets of graphic material.

The object of the study is F. 93-03, F. 93-08, which feeds consumers in the village of Balyksa in the Askizsky district, a branch of PJSC Rosseti Siberia – Khakasenergo.

The subject of the study is a commercial electricity metering system.

The purpose of the bachelor's work is to analyze the effectiveness of the use of the ASKUE system for rural consumers.

The objectives of the final qualification work are:

- Analysis of electricity consumption and losses according to F. 93-03 and F.93-08;
- Calculation of losses of an electrical organization based on indications.
- Analysis of the results of the effectiveness of the implementation of the ASKUE according to F. 93-03 and F. 93-08.

In the theoretical part of the work, general issues related to the losses of the organization are considered.

In the analytical part of the work, an analysis of electricity consumption and losses according to F. 93-03 and

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АСКУЭ: назначение и структура	9
1.1 Структурность АСКУЭ состоит из следующих компонентов.....	9
1.2 Принцип работы АСКУЭ	10
1.3 Преимущество АСКУЭ	10
1.4 Перспективность развития АСКУЭ.....	11
2 Обзор и анализ счетчиков э/э как элемента АСКУЭ.....	11
2.1 Классификация счетчиков электроэнергии.....	11
2.2 Проблемы энергоучета в энергосистемах	11
2.3 Счетчики Энергомера.....	14
3 Потери электроэнергии в районных электрических сетях	17
3.1 Причины возникновения коммерческих потерь электроэнергии. 19	
3.1.1 Инструментальные потери измерений	22
3.1.2 Погрешности определения величин отпуска электроэнергии в сеть и полезного отпуска потребителям.....	22
3.1.3 Несанкционированное электропотребление.....	23
3.1.4 Погрешности расчетов технологических потерь электроэнергии.....	24
5 Анализ динамики потребления и потерь по электроэнергии в с. Балыкса.....	31
6 Экономическая эффективность внедрения	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	37
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	38

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня электроэнергия играет важную роль. Предприятия и учреждения не могут нормально функционировать без электричества. При передаче электроэнергии возникают большие потери. Их можно разделить на технические и коммерческие.

Технические потери включают потери в электрической сети, вызванные физическими процессами, происходящими при передаче электроэнергии, потребление электроэнергии для особых нужд подстанций и потери, вызванные допусками в системе учета электроэнергии.

Коммерческие потери невозможно измерить с помощью приборов и рассчитать с использованием независимых формул. Они математически определяются как разница между фактическими потерями электроэнергии и техническими потерями и не могут быть включены в норму потерь электроэнергии. Расходы, связанные с их оплатой, не компенсируются таможенными правилами.

Несанкционированное потребление электроэнергии часто является основной причиной коммерческих потерь, особенно в сетях 0,4 кВ. Большинство бытовых потребителей занимаются различными способами хищения электроэнергии, особенно в частном жилищном секторе, но есть случаи хищения электроэнергии промышленными и коммерческими предприятиями, в основном малыми и средними предприятиями. Количество краж электроэнергии увеличивается в периоды низких температур воздуха, что указывает на то, что в этот период основная часть необъяснимой электроэнергии расходуется на отопление.

Коммерческие потери электроэнергии являются серьезными финансовыми потерями для сетевых компаний, отвлекая средства от решения других неотложных вопросов в области электроснабжения, таких как техническое подключение и ремонтные программы.

Снижение коммерческих потерь электроэнергии - сложная задача, решение которой требует разработки конкретных мер на основе предварительных энергетических обследований, а также определения структуры фактических потерь электроэнергии и их причин.

Для снижения коммерческих потерь могут быть установлены современные системы учета электроэнергии. Недостатком этих систем учета является их высокая стоимость.

1 АСКУЭ: назначение и структура

Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) предназначена для автоматического сбора, обработки, хранения Отправки информации о потреблении и параметрах качества электрической энергии. АСКУЭ позволяет:

- Обеспечить точный и своевременный учет потребленной электроэнергии
- Контролировать параметры энергопотребления и качество электроэнергии
- Выявлять хищения и потери электроэнергии
- Оптимизировать энергопотребление
- Повышать эффективность управления энергетическими ресурсами

1.1 Структурность АСКУЭ состоит из следующих компонентов

Узлы учета электроэнергии (УУЭ) - устанавливаются у потребителей и собирают данные об объемах потребления и параметрах качества электроэнергии. УУЭ могут быть однофазными или трехфазными, прямого или трансформаторного включения.

Концентраторы данных (КД) - объединяют данные с УУЭ и передают их в центр сбора данных. КД могут быть проводными или беспроводными.

Центр сбора данных (ЦСД) - собирает и обрабатывает данные от КД, формирует отчеты и обеспечивает удаленный доступ к данным. ЦСД может быть централизованным или распределенным.

Информационно-вычислительный комплекс (ИВК) - программное обеспечение, которое обрабатывает данные с ЦСД, производит расчеты и формирует отчеты. ИВК может быть установлен на сервере ЦСД или на отдельном компьютере.

Система биллинга - программа, которая используется для выставления счетов потребителям на основе данных об их энергопотреблении. Система биллинга может быть интегрирована с ИВК или работать автономно.

Каналы связи - обеспечивают обмен данными между компонентами АСКУЭ. В качестве каналов связи могут использоваться проводные (Ethernet, RS-485) или беспроводные (GPRS, LTE) технологии.

1.2 Принцип работы АСКУЭ

Принцип работы АСКУЭ основан на автоматическом сборе данных с УУЭ, их передаче в центр сбора данных, обработке и формировании отчетов.

Процесс сбора данных происходит с заданной периодичностью (например, ежечасно или ежесуточно). УУЭ передают данные на КД, которые объединяют их и передают в ЦСД. ЦСД обрабатывает полученные данные, формирует отчеты и обеспечивает удаленный доступ к ним.

ИВК производит расчеты на основе данных ЦСД и формирует отчеты, которые используются для выставления счетов потребителям.

1.3 Преимущество АСКУЭ

После внедрения АСКУЭ появляются преимущества от обычного прибора учет:

- Повышение точности и достоверности учета потребленной электроэнергии
- Снижение потерь электроэнергии за счет выявления хищений и несанкционированного потребления
- Оптимизация энергопотребления и снижение затрат на электроэнергию
- Повышение эффективности управления энергетическими ресурсами

- Улучшение качества обслуживания потребителей за счет своевременного предоставления информации о потреблении электроэнергии

1.4 Перспективность развития АСКУЭ

В настоящее время АСКУЭ активно развиваются и внедряются во всех странах мира. Основными направлениями развития АСКУЭ являются:

- Интеграция с системами автоматизации и управления энергопотреблением (АСКУЭ и АСУ ТП)
- Использование новых технологий передачи данных (например, беспроводные сети LPWAN)
- Разработка интеллектуальных счетчиков электроэнергии (smart meters)
- Использование искусственного интеллекта для анализа данных об энергопотреблении и выявления аномалий
- Внедрение АСКУЭ является важным шагом на пути к созданию интеллектуальных сетей электроснабжения (smart grids), которые позволят повысить эффективность и надежность электроснабжения, а также оптимизировать энергопотребление.

2 Обзор и анализ счетчиков э/э как элемента АСКУЭ

Прибор учета электроэнергии – прибор для измерения расхода электроэнергии переменного или постоянного тока (обычно в кВт·ч или А·ч).

2.1 Классификация счетчиков электроэнергии

Счетчики электроэнергии классифицируются по следующим основным критериям:

1. Тип подключения

Прямого подключения подключаются непосредственно к сети электропитания. Они используются для измерения потребления энергии в бытовых и коммерческих помещениях с относительно небольшими нагрузками.

Трансформаторного подключения подключаются к сети через измерительный трансформатор. Трансформаторы используются для преобразования высоких значений напряжения или тока до уровней, которые могут безопасно измеряться счетчиком. Этот тип подключения используется в промышленных и коммерческих установках с большими нагрузками.

2. Измеряемые значения

Однофазные счетчики предназначены для измерения переменного тока в однофазных сетях (220 В, 50 Гц). Они используются в большинстве бытовых и коммерческих помещений.

Трехфазные счетчики предназначены для измерения переменного тока в трехфазных сетях (380 В, 50 Гц). Они используются в промышленных и коммерческих установках с большими нагрузками.

Трехфазные счетчики для измерения тока напряжением 660 В используются только в трансформаторах тока в высоковольтных цепях (напряжение выше 100 В).

3. Тип конструкции

Индукционные (электромеханические) счетчики используют принцип электромагнитной индукции для измерения потребления энергии. Подвижный диск вращается пропорционально потребляемой мощности.

Электронные (статические) счетчики используют электронные компоненты для преобразования тока и напряжения в счетные импульсы.

Гибридные счетчики сочетают в себе элементы индукционных и электронных счетчиков.

4. Дополнительные особенности

Современные счетчики электроэнергии могут иметь ряд дополнительных функций, таких как:

Многотарифный учет позволяет измерять потребление энергии в разные периоды времени по различным тарифам. Это позволяет потребителям экономить деньги, используя энергию в периоды с более низкими тарифами.

Дистанционное считывание показаний позволяет считывать показания счетчика удаленно, без необходимости физического доступа к нему. Это упрощает процесс выставления счетов и устраняет необходимость ручного считывания показаний.

Журнал событий регистрирует события, такие как отключения электроэнергии или попытки несанкционированного доступа. Эта информация может быть полезна для выявления проблем с электроснабжением и предотвращения краж электроэнергии.

Управление нагрузкой позволяет контролировать потребление энергии и отключать определенные нагрузки в случае превышения установленных пределов. Это может помочь потребителям управлять своим энергопотреблением и снижать затраты на электроэнергию.

2.2 Проблемы энергоучета в энергосистемах

Эффективный учет электроэнергии - это правильно организованный и автоматизированный учет с быстрой передачей данных из различных точек учета. Линии энергосистемы и потребительской подстанции, шины, фидеры – в соответствующую структуру энергосистемы и ее центр обработки данных. Такой учет требует создания современной автоматизированной системы управления энергетической системой – автоматизированной системы учета, контроля и управления производством, передачей, распределением, потреблением и сбытом энергии. Создание АИИС является необходимым условием для решения основных проблем баланса энергетической системы. Получите надежный, точный и оперативный баланс для каждого

крупного потока потребителей. Только сбалансированный подход может выявить и заблокировать все утечки и потери электроэнергии.

2.3 Счетчики Энергомера

Счетчик энергии: Это многофункциональное весовое устройство высокого класса точности, входящее в состав АИСКУЕ.

Счетчики обеспечивают:

1. Хранение данных о количестве потребляемой энергии в час за последние 148 дней.

2. Временной интервал для усреднения профилей нагрузки: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30, 60 минуты.

3. Срок хранения информации в случае отключения электроэнергии составляет не менее 10 лет.

4. Зафиксируйте регулировку последних 20 часов, измените временные настройки тарифной зоны и перепрограммируйте измерительные характеристики счетчика.

5. Фиксация последних 100 часов заканчивается падением фазного напряжения выше допустимого значения.

6. Отображение данных на ЖК-дисплее с заданной частотой (T=5-255 с) или прокрутка с помощью кнопок на передней панели.

7. Управление нагрузкой с помощью внешних коммутационных устройств.

8. Отклонение сигнала от лимитов мощности и потребления, отслеживание превышения лимитов для выдачи счетчиком команд на срабатывание внешнего аварийного реле (средний интервал - 30 минут), фиксация максимального значения мощности по каждому тарифу в течение месяца.

9. Защита от внешних воздействий:

9.1. При наличии определенных компонентов в сети;

- 9.2. при воздействии переменных магнитных полей;
- 9.3. При воздействии постоянного магнитного поля силой 200 мТл;
- 9.4. При пошаговом изменении направления тока (на входе и выходе счетчика).

10. Обеспечение питания как от фазного напряжения (наличие 1 фазы), так и от линейного напряжения (нулевой обрыв).

11. Память данных и память программ защищены от несанкционированного изменения с помощью кнопок или через интерфейс (2 пароля с 2 уровнями доступа, аппаратные разрешения (кнопки или другие устройства), электронные печати, записанные в журнал событий).

12. Мониторинг обрыва фазных и нулевых проводов на участке линии от подстанции до счетчика с последующей сигнализацией об обрыве линии электропередачи (версия счетчика с GSM-модулем).

13. Установите ограничение на превышение потребляемого тока, зарегистрируйте его в журнале событий и уведомите вас о превышении этого ограничения.

Характеристики надежности:

- 1. Среднее время наработки на отказ составляет 220 000 часов.
- 2. Средний срок службы составляет 30 лет.
- 3. Интервал поверки составляет 16 лет.
- 4. Гарантийный срок (общий срок хранения и срок службы) - 01.05.2019 - 4 года с даты выпуска ранее изготовленного счетчика.
- 5. Гарантийный срок (общий срок хранения и срок службы) - 01.05.2019 с даты выпуска счетчика изготовлено от 7 лет.

Счетчик обеспечивает учет и отображение:

1. Электроэнергия потреблялась отдельно в зависимости от общего количества потребленной активной электроэнергии и 12 тарифов на конец месяца и предыдущие 4 месяца;

2. Количество активной электроэнергии, потребленной в совокупном объеме и потребленной отдельно за 4 дня по 45 тарифам на конец дня;

3. График активной мощности (потребления) в среднем составлял не менее 148 дней с заданным интервалом времени в 60 минут;

4. Максимальное значение активной мощности, усредненное с текущими 30-минутными интервалами и по четырем тарифам отдельно за последние 12 месяцев.

Счетчик измеряет и показывает:

1. Среднеквадратичное значение фазного напряжения и тока;
2. Активная мощность.

Счетчик имеет следующие параметры:

1. Текущее время и дата;
2. Разрешение на переход на "летнее" время (с указанием месяца перехода на "зимнее", "летнее" время);
3. Сезон начинается до 12 числа.;
4. До 12 зон и до 36 графиков выставления счетов для ежедневных графиков выставления счетов;
5. До 32 дней (дата выставления счетов отличается от общего правила и устанавливается пользователем);
6. Коэффициенты преобразования тока и напряжения;
7. Для каждого тарифа срабатывает сигнализация ограничения потребления и мощности при превышении нормы.

Особенности электросчетчика:

1. Наличие оптического интерфейса.
2. Цифровой интерфейс RS485, RS232.
3. Модификация с использованием ПЛК, GSM/GPRS и RF433.
4. Беспроводных модема. Контроль открывания крышки (электронная пломба)
5. Управление нагрузкой с помощью внешнего коммутационного устройства.
6. Защита памяти данных и программ от несанкционированного изменения (пароль счетчика, аппаратный замок).

7. Устойчивость к климатическим, механическим и электромагнитным воздействиям.

На Ф. 93-03 и Ф. 93-08 ПС «35кВ Балыкса» установлены трехфазные приборы учета: CE303 S31 503 JGYVZ GS01, CE303 S31 543 JAVZ, CE303 S31 543 JGVZ GS01, CE303 S31 746 JGVZ GS01, CE308 C36.746.OPR1.QYVF RP03 DLP. Однофазные: CE 201 S7 145 JR2VZ, CE208 C2.849.2.OPR1.QD, а на боковой стене ТП устанавливаются Шкаф УСПД.

3 Потери электроэнергии в районных электрических сетях

Структура фактических потерь электроэнергии

Фактические потери электроэнергии состоят из множества составляющих. Ранее их часто объединяли в две основные группы:

1. Технические потери

- Потери в линиях электропередачи из-за сопротивления проводников
- Потери трансформаторов
- Потери в высоковольтных реакторах и конденсаторах
- Потери на корону
- Нагрузки для собственных нужд подстанций

2. Коммерческие потери:

- Несанкционированное потребление электроэнергии
- Ошибки в системе учета электроэнергии (электросчетчики, трансформаторы тока и напряжения)
- Хищения электроэнергии

Для классификации существуют определенные правила:

- Нагрузки для собственных нужд учитываются счетчиком электроэнергии, а не чисто техническими потерями по своей природе.
- Ошибки взвешивания различаются по характеру их возникновения, в отличие от других факторов коммерческих потерь.

Потери электроэнергии оказывают негативное влияние на энергосистему, приводя к:

- Снижению эффективности производства и передачи электроэнергии
- Повышению затрат на электроэнергию для потребителей
- Увеличению нагрузки на электростанции
- Снижению надежности энергоснабжения

Снижение потерь электроэнергии является важной задачей для энергокомпаний. Это можно сделать путем:

- Усовершенствования системы учета электроэнергии
- Реализации мероприятий по борьбе с хищениями электроэнергии
- Модернизации сетей электропередачи
- Оптимизации работы подстанций

Снижение потерь электроэнергии приводит к более эффективному использованию электроэнергии, снижению затрат на электроэнергию и повышению надежности энергоснабжения.

В настоящее время термин "технические потери электроэнергии" чаще используется в классификации потерь электроэнергии, определение которой содержится в приказе Министерства энергетики Российской Федерации от 30.08.12. Он установлен приказом Минэнерго РФ №326 "Об организации работ по утверждению технического норматива потерь электроэнергии при передаче по электросети". Коллективная фраза "коммерческие потери электроэнергии" в настоящее время не закреплена законом, но встречается в отраслевых нормативных и технических документах. В 1 из них коммерческий убыток понимается как разница между бухгалтерским убытком и техническим убытком, в то время как "технический убыток от электроэнергии" декоммунизируется как все технические затраты на

электроэнергию, подлежащую транспортировке по электрической сети, которые определяются путем расчета."

Кроме того, отчетный показатель "Коммерческие убытки" используется в форме Федерального статистического наблюдения "Информация о производстве и распределении электрической энергии" № 2012-10-10 гг., Утвержденного приказом Федерального статистического управления. Его определение в форме 23-Н звучит как "Информация о производстве и распределении электрической энергии". без указания формулы "за электроэнергию абонент не платит". Например, в отраслевых бухгалтерских документах сетевой компании по форме 2-рег, 46-ЭЭ (передача) указаны только фактические убытки, Схема 7 - подробная структура технических убытков в энергетическом секторе, указаны коммерческие убытки, указаны убытки нетехнического характера или несвязанные убытки. указаны для технического обслуживания. Это не указано в этих форматах.

Потери электроэнергии:

1. Технические потери.
2. Коммерческие потери.

Технические потери электроэнергии возникают из-за физических процессов, происходящих при передаче электроэнергии. К ним относятся:

- Потери в линиях электропередачи из-за сопротивления проводников
- Потери в трансформаторах
- Потери в высоковольтных реакторах и конденсаторах
- Потери на корону
- Потребление электроэнергии для собственных нужд подстанций

Стоимость нормативной величины технических потерь учитывается в тарифах на передачу электроэнергии, поэтому они не являются убытком

предприятия в полном смысле слова. Сетевым компаниям перечисляются средства для покрытия финансовых затрат, связанных с приобретением электроэнергии для компенсации технических потерь в пределах установленных нормативов.

Технические потери электроэнергии можно рассчитать по законам электротехники. Допуски приборов учета определяются на основании их измерительных характеристик. Потребление электроэнергии на собственные нужды подстанции можно определить по показаниям электросчетчика.

Коммерческие потери электроэнергии не могут быть измерены приборами или рассчитаны с использованием независимых формул. Они определяются математически как разница между фактическими потерями электроэнергии и техническими потерями. Коммерческие потери не включаются в норму потерь электроэнергии, а расходы, связанные с их оплатой, не компенсируются тарифным регулированием.

Термин "коммерческие" в данном контексте подчеркивает связь между потерями и процессом оборота товаров. Коммерческие потери электроэнергии в первую очередь относятся к потреблению электроэнергии, которое не документируется и не оплачивается потребителями.

Согласно действующему законодательству, сетевая организация несет ответственность за фактические потери электроэнергии на принадлежащих ей объектах. Это означает, что коммерческие потери являются прямыми финансовыми потерями для сетевой компании. Сетевые организации заинтересованы в точном учете электроэнергии и правильном расчете объема в точке поставки для минимизации коммерческих потерь.

Однако несовершенство законодательной и нормативно-правовой базы, отсутствие прямых договорных отношений сетевых компаний с потребителями и ограниченные ресурсы затрудняют выявление и устранение причин коммерческих потерь.

3.1 Причины возникновения коммерческих потерь электроэнергии

Величина коммерческих потерь электроэнергии зависит от других показателей энергетического баланса, таких как:

- Фактические потери электроэнергии
- Технические потери электроэнергии

Чтобы определить величину коммерческих потерь за определенный период, необходимо:

- Составить баланс мощности для рассматриваемого участка электрической сети.
- Определить фактические потери электроэнергии.
- Рассчитать все составляющие технических потерь электроэнергии.

Дальнейший анализ потерь электроэнергии поможет:

- Локализовать участки с наибольшими потерями
- Выявить причины возникновения потерь
- Выбрать меры по снижению потерь

Анализ коммерческих потерь электроэнергии является важным инструментом для сетевых компаний для оптимизации работы энергосистемы и снижения финансовых потерь.

Основные причины коммерческих потерь электроэнергии можно объединить в следующие группы:

- Инструментальные, связанные с погрешностями измерений количества электроэнергии.
- Погрешности определения величин отпуска электроэнергии в сеть и полезного отпуска потребителям.
- Несанкционированное электропотребление.

- Погрешности расчета технологических потерь электроэнергии.

3.1.1 Инструментальные потери измерений

Погрешности в работе системы измерения мощности связаны с техническими характеристиками оборудования и условиями его эксплуатации. Требования к измерительному оборудованию влияют на максимально допустимый объем недоучета электроэнергии, который включается в состав нормативных технических потерь. Отклонение фактического недоучета от расчетного допустимого значения относится к коммерческим потерям.

Причины возникновения коммерческих "инструментальных" потерь:

- Перегрузка вторичных цепей трансформаторов тока (ТТ) и напряжения (ТН)
- Низкий коэффициент мощности ($\cos \varphi$) измеряемой нагрузки
- Воздействие магнитных и электромагнитных полей на электросчетчик
- Асимметрия цепи вторичного измерительного прибора и значительное падение напряжения
- Отклонение от допустимой рабочей температуры
- Отсутствие порога чувствительности электросчетчика
- Завышенный коэффициент деформации измерения ТТ
- Систематическая погрешность индукционных счетчиков электроэнергии

Также на результаты измерений влияют факторы, связанные с состоянием и обслуживанием измерительного оборудования:

- Превышение срока службы измерительной системы
- Неисправность измерительного устройства

- Ошибки монтажа измерительных устройств, такие как неправильное подключение или установка ТТ с разными коэффициентами преобразования на разных фазах

Сетевые компании должны осуществлять контроль за состоянием и корректной работой измерительного оборудования для минимизации коммерческих потерь, связанных с погрешностями измерения.

3.1.2 Погрешности определения величин отпуска электроэнергии в сеть и полезного отпуска потребителям

Ошибки при определении величины поставки электроэнергии в сеть и полезного отпуска потребителям могут быть вызваны следующими факторами:

Ошибки при сборе и обработке данных:

- Искажение показаний электросчетчиков из-за ошибок при визуальном считывании, неточной передаче данных, неправильном вводе информации в базы данных и т.п.
- Несоответствие информации о приборах учета (коэффициентах и т.п.) фактическим данным из-за ошибок при заключении договоров, неправильном внесении информации в базы данных, несвоевременном обновлении данных и т.п.

Ошибки, связанные с договорными отношениями:

- Нестабильные договорные условия, отсутствие установленных приборов учета и границ балансовой принадлежности в точках поставки. Это может привести к ошибкам в расчетах, особенно при смене собственника объекта или изменении потребления электроэнергии.

- Фактическое электроснабжение объекта без официальной записи в договоре энергоснабжения или оказания услуг по передаче электроэнергии.

Ошибки при сборе показаний счетчиков:

- Неодновременный сбор показаний счетчиков электроэнергии у потребителя и в точке поставки.
- Несоответствие календарных периодов для начисления и включения безучетной электроэнергии в объем передачи.

Ошибки, связанные с использованием расчетных методов:

- Использование расчетных методов для определения количества передаваемой электроэнергии при отсутствии или неисправности прибора учета.
- Определение количества потребляемой электроэнергии на основе установленной мощности электроприемника или других нормативных и расчетных методов при отсутствии приборов учета. Это нарушает положения Федерального закона № 261-ФЗ "Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности".

Имеются еще другие факторы:

- Недостаточное оснащение приборами учета электрической энергии границ балансовой сети и многоквартирных домов.
- Наличие бесхозяйных сетей.
- Использование альтернативных (расчетных) данных для расчета недоучета электроэнергии при неисправности приборов учета.

3.1.3 Несанкционированное электропотребление

К коммерческим потерям относится несанкционированное потребление электроэнергии, в том числе:

- Незаконные подключения к электрическим сетям
- Подключение электроприборов в обход электросчетчиков
- Вмешательство в работу счетчиков для занижения показаний
- Несвоевременное уведомление энергоснабжающей организации о неисправностях счетчиков

Несанкционированное потребление электроэнергии является основной причиной коммерческих потерь, особенно в сетях низкого напряжения (0,4 кВ). Чаще всего хищениями электроэнергии занимаются бытовые потребители, особенно в частном секторе. Однако также существуют случаи хищений со стороны промышленных и коммерческих предприятий, в основном небольшого и среднего размера.

Объем несанкционированного потребления электроэнергии увеличивается в периоды низких температур, что свидетельствует о том, что большая часть неучтенной электроэнергии в это время расходуется на отопление.

3.1.4 Погрешности расчетов технологических потерь электроэнергии

Поскольку коммерческие потери рассчитываются как разница между фактическими потерями и техническими потерями, ошибки в определении технических потерь напрямую влияют на величину коммерческих потерь. Ошибки в расчете технических потерь могут возникать из-за используемых методов расчета, а также из-за полноты и достоверности исходных данных.

Точность расчета потерь электроэнергии выше при использовании метода эксплуатационных расчетов или расчетных дней по сравнению с методом средних нагрузок или обобщенных параметров сети. Кроме того, фактические технические параметры элементов электрической сети часто отличаются от эталонных и паспортных значений, используемых в расчетах, из-за старения и износа оборудования.

Информация о параметрах электрического режима сети и энергопотреблении для собственных нужд также может содержать ошибки. Все эти факторы определяют общую погрешность расчета технических потерь. Чем выше точность расчета технических потерь, тем точнее будет расчет коммерческих потерь.

3.2 Как уменьшить коммерческие убытки

Для снижения коммерческих потерь электроэнергии необходимо внедрять комплексные меры, включающие: Внедрение автоматизированных информационно-измерительных систем коммерческого учета электроэнергии.

АСКУЭ позволяют автоматизировать сбор и обработку данных с приборов учета, что обеспечивает:

- Надежный удаленный прием информации с каждой точки измерения
- Постоянный мониторинг работоспособности приборов учета
- Выявление несанкционированного потребления электроэнергии
- Оперативное выявление очагов потерь с минимальными затратами на рабочую силу

Однако внедрение АИИС КУЭ может быть ограничено высокой стоимостью системы. Поэтому реализацию этой меры можно осуществлять поэтапно, выбирая для автоматизации участки электросети с наибольшими потерями.

Для снижения коммерческих потерь необходимо также совершенствовать нормативно-правовую базу в области энергоснабжения и учета электроэнергии. В частности, необходимо:

- Ввести нормы потребления коммунальных услуг на электроснабжение, что побудит потребителей устанавливать и своевременно ремонтировать приборы учета.

- Упростить процедуру проверки приборов учета и получения показаний от потребителей, особенно физических лиц.
- Усилить ответственность потребителей за несанкционированное потребление электроэнергии.

Меры по снижению коммерческих потерь электроэнергии зависят от причин их возникновения. Многие из этих мер подробно описаны в научно-технической литературе, а основные перечислены в отраслевых руководствах.

Меры по снижению коммерческих потерь можно разделить на две категории:

1. Организационные мероприятия:

- Проверка наличия точек поставки на границах учета электроэнергии и дифференцированных актов собственности на балансовой границе.
- Создание и обновление баз данных потребителей электроэнергии и точек учета, а также их привязка к элементам схемы электросети.
- Проверка фактических технических характеристик и параметров весовых устройств, используемых в расчетах.
- Проверка наличия и корректности алгоритма расчета потерь при установке весовых устройств вне границ балансовой принадлежности.
- Своевременная корректировка показаний счетчиков и автоматизация оперативной деятельности по расчету потребленной электроэнергии для исключения влияния "человеческого фактора".
- Исключение заявки на подачу электроэнергии "из-за отсутствия".
- Повышение точности расчета технических потерь электроэнергии.
- Контроль фактического электрического небаланса на подстанциях и своевременное устранение чрезмерных отклонений.

- Расчет баланса электроэнергии по линиям электропередачи и баланса по трансформаторным пунктам (ТП-10/0,4) кВ для выявления "точек" коммерческих потерь электроэнергии.
- Выявление и пресечение несанкционированного потребления электроэнергии.
- Обучение персонала методам выявления краж электроэнергии и материальное поощрение за эффективную работу.

2. Технические мероприятия:

- Инвентаризация энергоизмерительных комплексов, осмотр и пломбирование электросчетчиков, измерительных трансформаторов и клеммных колодок измерительных цепей.
- Своевременная поверка и калибровка весовых устройств.
- Использование весовых приборов с более высоким классом точности при замене электросчетчиков и измерительных трансформаторов.
- Устранение перегрузок и недопустимых потерь напряжения в цепях измерения.
- Установка весовых приборов на границе баланса, в том числе на линиях электропередачи.
- Модернизация системы учета электроэнергии и замена устаревших весовых приборов, не соответствующих требованиям нормативных документов.
- Установка весовых приборов на опорах вне частных домовладений.
- Замена алюминиевых накладных проводов на провода самонесущие изолированные (СИП) и замена ввода в здание из алюминиевого провода на коаксиальный кабель.

4 Характеристика электрических сетей и потребителей с. Балыкса

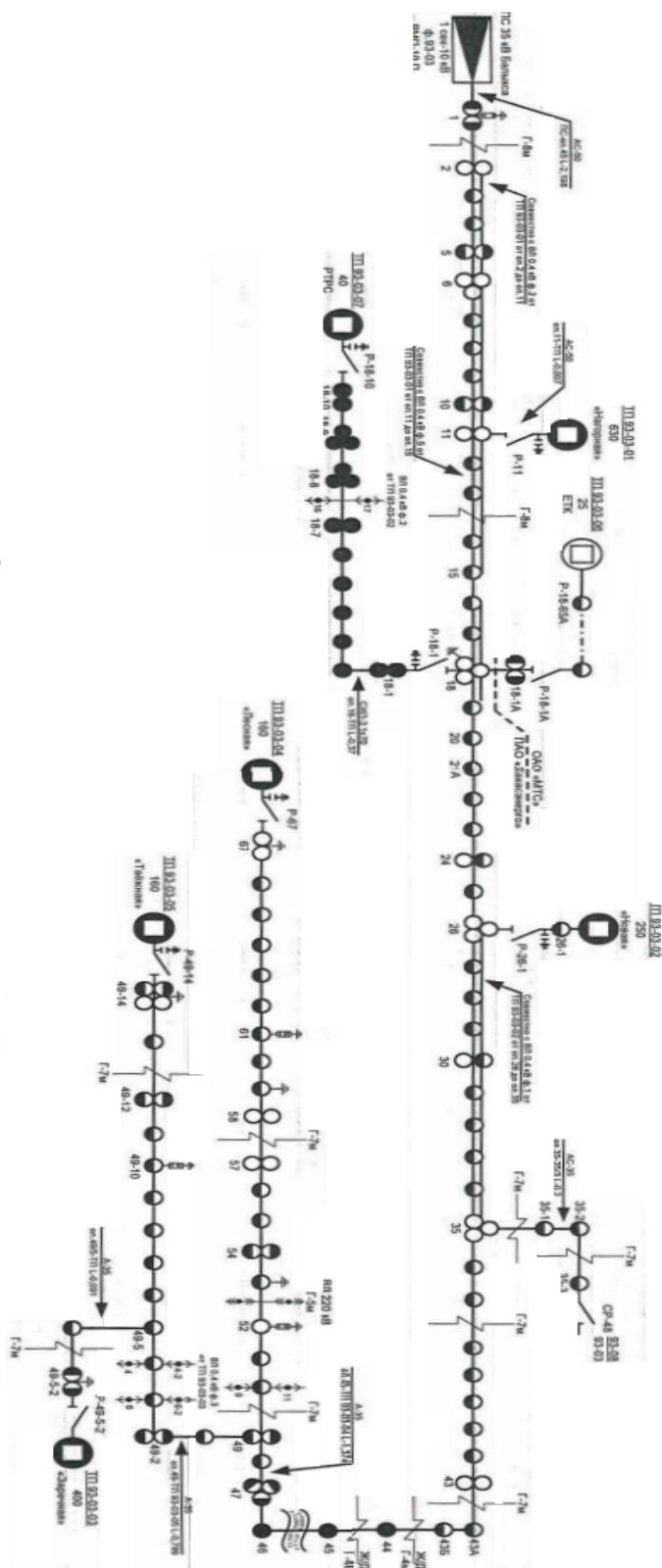


Рисунок 4.1- Поопорная схема Ф. 93-03

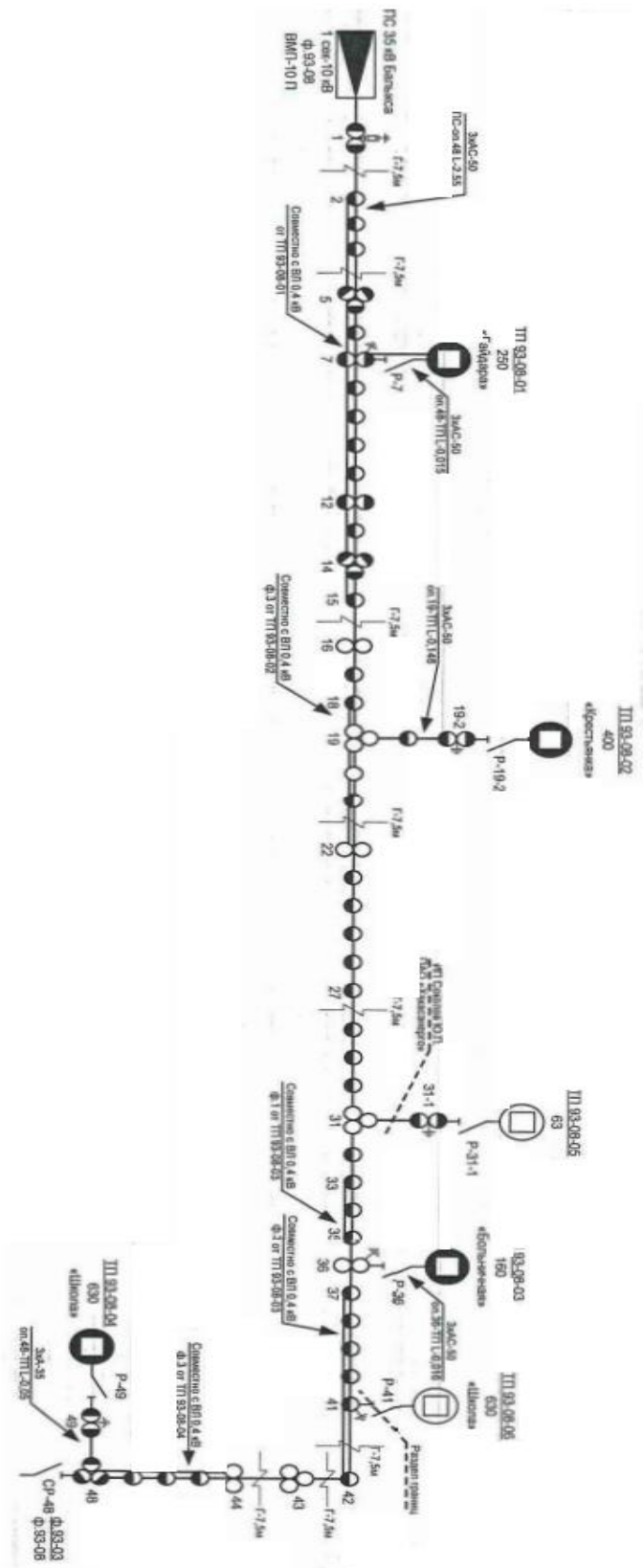


Рисунок 4.2- Поопорная схема Ф. 93-08

К Ф. 93-03 и Ф. 93-08 подключено 707 потребителей, из них физических лиц – 656 потребителей, а юридических лиц – 51 потребитель.

5 Анализ динамики потребления и потерь по электроэнергии в с. Балыкса

По данным показателей отпуска в сеть по линиям 10/0,4 кВ по Ф. 93-03 и Ф. 93-08 наглядной динамики отпуска электроэнергии по годам в кВт·час, введем в таблицу 5.1 и построим графики.

Таблица 5.1 - Отпуск в сеть в кВт час по Ф. 93-03, Ф. 93-08

Месяц	2016	2017	2018	2019	2020
1	737 444	667 392	722 534	521 971	491 241
2	632 391	609 108	602 581	429 582	447 146
3	556 888	556 004	582 433	367 834	427 157
4	442 130	473 312	487 657	326 195	314 776
5	394 492	369 274	436 634	301 333	255 833
6	249 912	232 845	249 314	235 436	234 599
7	239 714	234 318	253 809	232 349	217 792
8	251 728	255 185	257 523	238 778	219 906
9	306 400	351 519	328 628	278 590	269 181
10	503 065	476 439	319 464	348 468	355 043
11	609 946	548 985	391 094	461 008	404 003
12	649 064	670 540	517 716	489 617	520 129

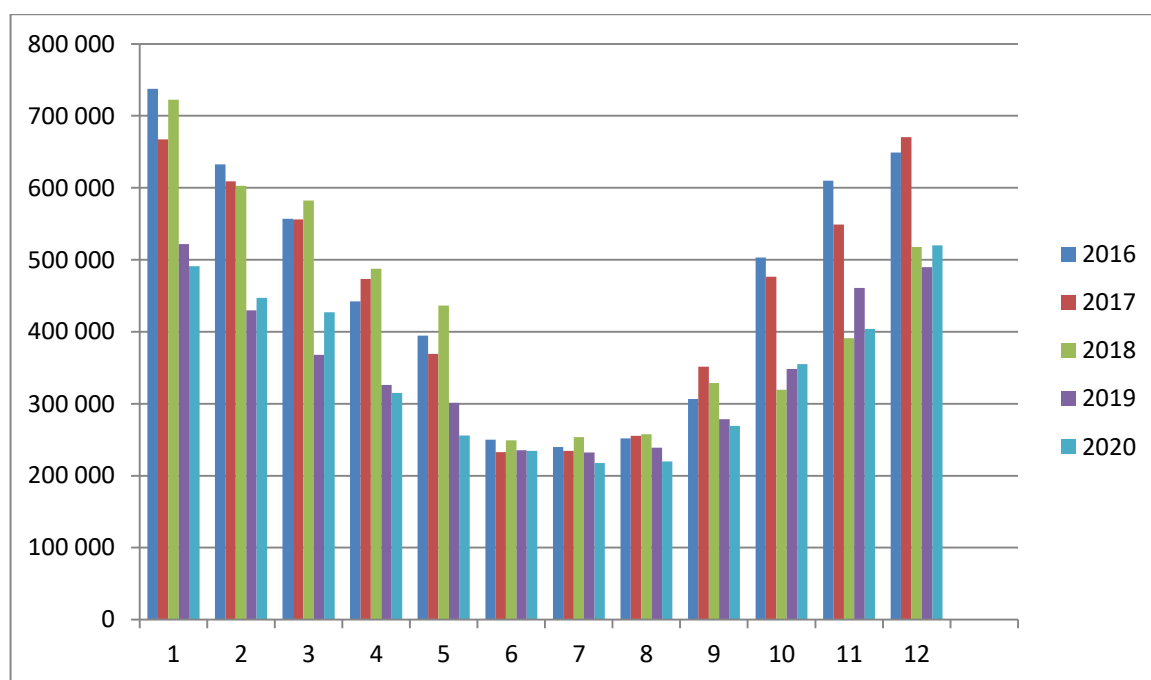


Рисунок 5.1 - График отпуска в сеть по месяцам в кВт·час Ф. 93-03, Ф. 93-08

По таблице 5.1 и рисунку 5.1 отпуска в сеть для Ф. 93-03 и Ф. 93-08 видно, что в 2016 и 2017 и до сентября 2018 года был большой отпуск в сеть. В октябре 2018 года была смонтирована система АСКУЭ и отпуск в сеть снизился по сравнению с аналогичными периодами прошлых лет.

По данным показателей полезного отпуска в сеть по линиям 10/0,4 кВ по Ф. 93-03 и Ф. 93-08 наглядной динамики полезного отпуска электроэнергии по годам в кВт·час, введем в таблицу 5.2 и построим графики.

Таблица 5.2 - Полезный отпуск в кВт·час по Ф. 93-03, Ф. 93-08

Месяц	2016	2017	2018	2019	2020
1	322 277	362 579	459 751	448 223	395 481
2	389 707	332 143	328 870	378 828	459 898
3	324 141	304 168	442 325	332 346	350 786
4	289 962	297 697	302 099	284 473	327 623
5	274 650	285 357	267 607	240 127	218 417
6	243 932	189 661	230 021	216 892	217 496
7	132 975	228 043	185 747	215 836	195 264
8	397 504	172 538	245 134	206 084	192 123
9	366 634	185 115	146 104	222 842	244 699
10	443 985	297 465	266 879	296 510	93 015
11	480 885	318 826	351 643	438 140	356 343
12	558 264	361 444	441 623	378 302	452 537

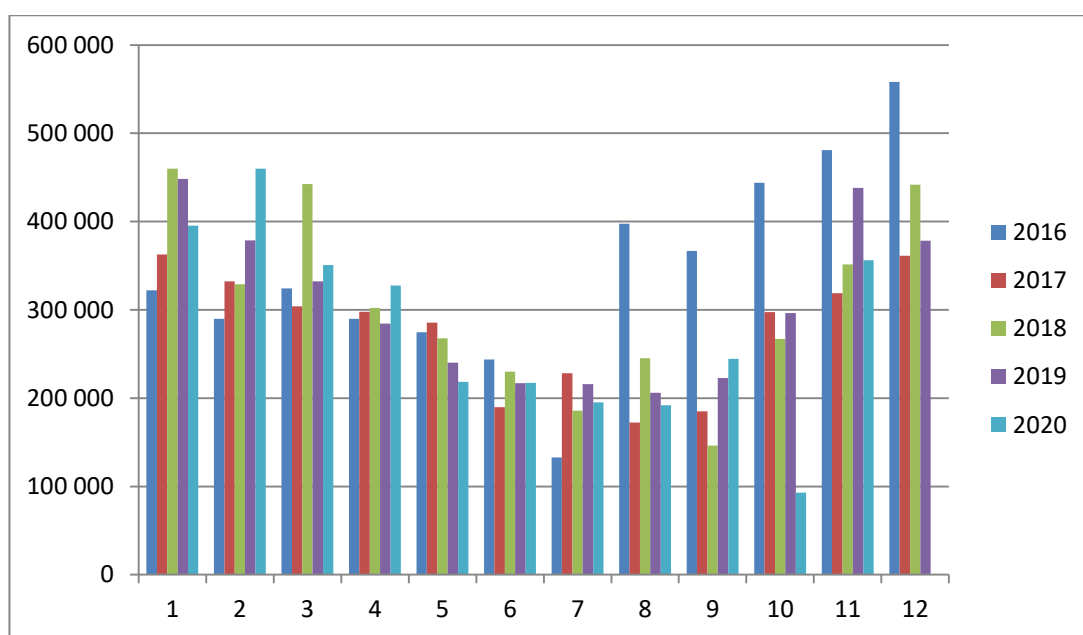


Рисунок 5.2 - График полезного отпуска по месяцам в кВт·час Ф. 93-03, Ф. 93-08

Таблица 5.3 – Показатели потерь в кВт·час по Ф. 93-03, Ф. 93-08

Месяц	2016	2017	2018	2019	2020
1	415 167	304 813	262 783	73 748	95 760
2	242 684	276 965	273 711	50 754	-12 752
3	232 747	261 836	140 108	35 488	76 371
4	152 168	175 615	185 564	41 722	-12 847
5	119 842	83 917	169 027	61 206	37 416
6	5 980	43 184	19 293	18 574	17 103
7	106 739	6 275	68 062	16 513	22 528
8	-145 776	82 647	12 389	32 694	27 783
9	-60 234	166 404	182 524	55 748	24 482
10	59 080	178 974	52 585	51 958	45 004
11	129 061	230 159	39 451	22 868	47 660
12	90 800	309 096	76 093	111 315	67 592

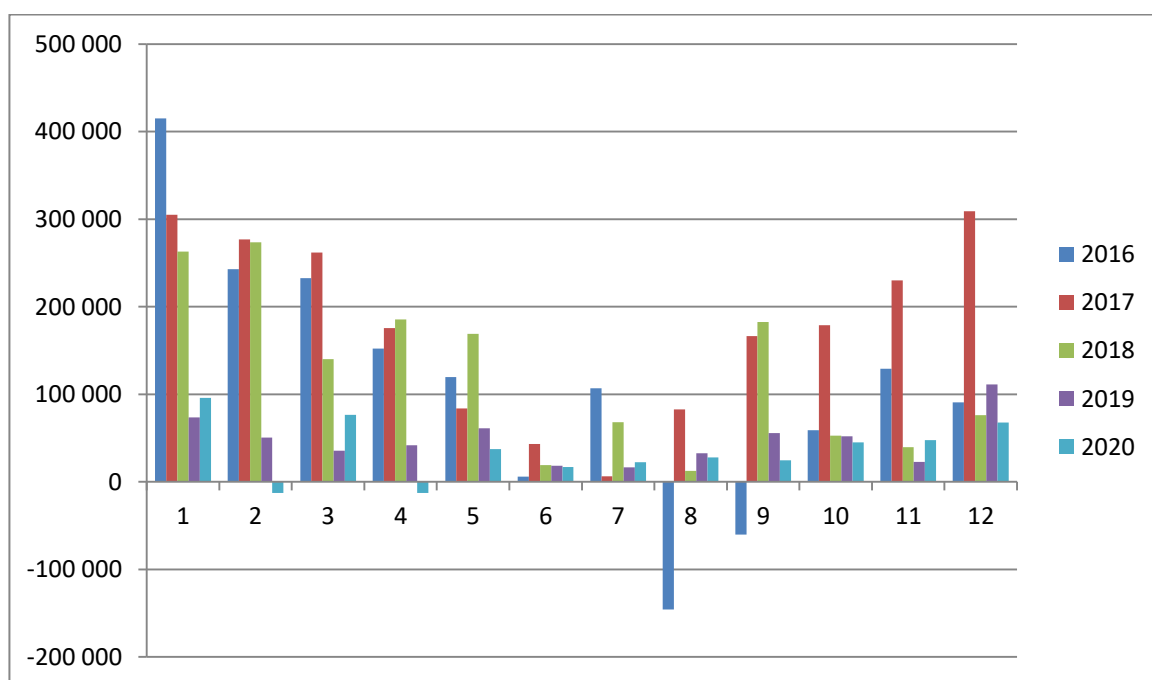


Рисунок 5.3 - График потерь по месяцам в кВт·час Ф. 93-03, Ф. 93-08

По таблице 5.3 и рисунку 5.3 потерь по месяцам в сети для Ф. 93-03 и Ф. 93-08 видно, что большие потери в сети особенно в зимний период, это говорит очевидно о большом количестве хищения электроэнергии. Система АСКУЭ была внедрена осенью 2018 года, и потери сети снизились по сравнению с аналогичным периодом прошлого года.

При анализе энергопотребления до и после установки весового оборудования системы АСКУЭ наблюдается снижение энергопотребления. Таким образом, потери электроэнергии были уменьшены. Качество

электричества стало намного лучше после установки системы ASKUE, частично изменив ввод с оголенного провода на сип в корпус.

Количество технических сбоев в сети 0,4 кВ сокращается.

Хорошая линия электропередачи необходима для качественного приема и передачи сигнала.

Сегодня необходимо использовать новые технологии и материалы для снижения потерь на линии, что позволит снизить технические потери при передаче электроэнергии. Чтобы снизить угон электроэнергии, необходимо регулярно осматривать воздушную линию - 0,4 кВ, проверять весоизмерительное устройство на исправность и отсутствие воздействия на весоизмерительное устройство.

6 Экономическая эффективность внедрения

На Ф. 93-03 и Ф. 93-08 было установлено однофазных приборов учета в количестве 341 шт. Трехфазных приборов учета прямого включения в количестве 25 шт. трехфазных приборов учета трансформаторного включения 3 шт. Трансформаторов тока 9шт. Шкаф УСПД на боковой стене ТП 3 шт. Добавлен дополнительный ввод в дом для двухквартирных домов 14 шт.

Цены на оборудования Энергомера взяты из прайса.

Цены на кабельную продукцию взяты из прайса.

Таблица 6.1 - Стоимость материалов для монтажа системы АИИСКУЭ

Наименование	Количество	Цена за 1 штуку	Итого
3-х фазный прибор учета прямого включения	25	21500	537 500
3-х фазный прибор учета трансформаторного включения	3	5979,2	17937,6
1 фазный прибор учета	341	8389,83	2 860 932,03
Трансформатор тока 400/5	5		
Трансформатор тока 250/5	8		
Провод СИП 2х16 в метрах	360	30,72	11 059,2
Провод ВВГ 3х2,5 в метрах	80	50,3	4 024
УСПД СЕ805М	3	62983	188 349
Лента сип в метрах	33	11(50м)	89064

Скрепа крепежная	22	560(100шт)	6720
Итого			3 715 585,83

Таблица 6.2 - Стоимость работы по монтажу приборов учета и оборудования

Наименование работ	Количество	Стоимость работы	Итого
Монтаж однофазного прибора учета	341	1000	341 000
Монтаж трехфазного прибора учета	25	1500	37 500
Монтаж трехфазного прибора учета трансформаторного включения	3	1600	4800
Монтаж шкафа УСПД	3	1200	3600
Итого			386 900

По данным показателей потерь, по линиям 10/0,4 кВ для Ф. 93-03, Ф. 93-08 с наглядной динамики по годам в рублях, введем в таблицу 5.3 и построим графики.

Таблица 6.3 - Затраты на оплату потерь согласно тарифу

Год	Потери, кВт/ч	Тариф оплаты потерь, руб кВт/ч	Затраты на оплату потерь, руб	Затраты на оплату за год, руб
2016	2 270 779	1,980831	4 498 029,44	4 498 029,44
2017	2 119 885	1,728227	3 663 642,49	3 663 642,49
2018	1 481 590	1,751355	2 594 790,05	2 594 790,05
2019	572 588	1,978593	1 132 918,61	1 132 918,61
2020	436 100	1,980831	863 840,399	863 840,399

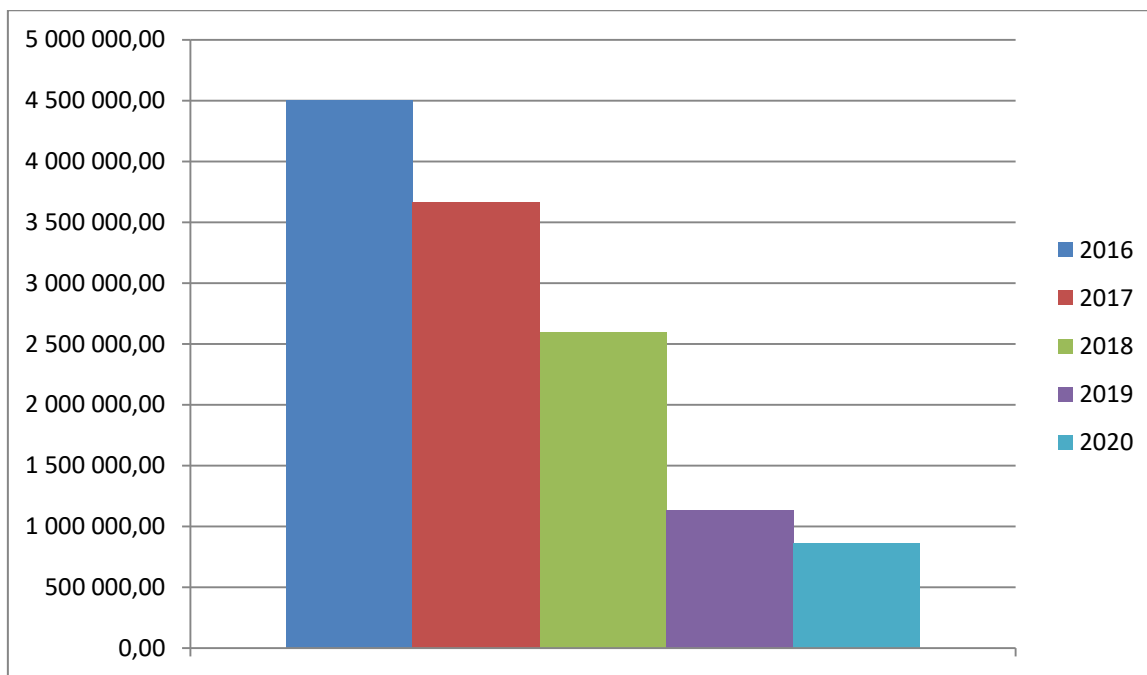


Рисунок 6.1 - График потерь в рублях по годам

По таблице 6.3 и рисунку 6.1 потерь в рублях по годам в сети для Ф. 93-03, Ф. 93-08 видно, что в 2020 году по сравнению с 2016 годом произошло снижение потерь в деньгах за счет внедрения системы АИИСКУЭ.

Всего затраты на систему АИИСКУЭ составили из затрат на материалы и приборы учета, а так же затраты на монтаж системы учета все это составило 4 102 485,83 рублей. За 2020 год экономия на потерях по сравнению с потерями 2016 года составит 3 715 585,83 рублей. Видно, что окупаемость вложений на систему АСКУЭ составляет менее двух лет.

Установка системы АСКУЭ снизила энергопотребление и улучшила качество. Жалобы населения на низкое качество напряжения прекратились, что свидетельствует о высоком положительном эффекте его применения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе произведен анализ внедрения системы АСКУЭ на ПС «35 кВ Балыкса» Ф. 93-03, Ф. 93-08. Проанализировав внедрения системы АСКУЭ видно, что окупаемость ее внедрения очень высока, что поясняется о правильном внедрение. Используя эту систему, вы можете значительно снизить нагрузку на линию, что позволит обеспечить октябрьские дополнительные подключения и увеличить полезную подачу в сеть. При этом было освобождено около 30% сил, занятых ранее потерями. Имеет смысл использовать эти системы для уменьшения потерь от кражи электроэнергии, в противном случае сетевая компания сама заменит весовое оборудование и подключит новых потребителей.

Чтобы еще больше снизить потери, необходимо своевременно обнаружить неисправный измеритель мощности. Чтобы снизить технические потери, оголенные провода следует заменить трансформаторами SIP и холостого хода с менее мощными трансформаторами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хакасэнерго – МРСК Сибири [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.mrsk-sib.ru>.
2. Приказ Министерства энергетики РФ от 30.12.2008 г. № 326 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://base.garant.ru/195516/#friends>.
3. Приказ Росстата от 01.10.2012 №509 « Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за деятельностью предприятий и организаций в сфере производства и распределения электрической энергии». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://legalacts.ru/doc/prikaz-rosstata-ot-01102012-n-509-ob/>.
4. Энергосбережение Коммерческие потери электроэнергии и их снижение [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.energosber18.ru>.
5. ГОСТ 6570-96 Счетчики электрические активной и реактивной энергии индукционные. Общие технические условия. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://standartgost.ru/g/ГОСТ_6570-96/.
6. ГОСТ Р 52321-2005 (МЭК 62053-11:2003) Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 11. Электромеханические счетчики активной энергии классов точности 0,5; 1 и 2. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200039095>.
7. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/#/document/12161093/paragraph/2914:0>.
8. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/#/document/57500322/paragraph/33264:2>.
9. РД 34.09.101-94 Типовая инструкция по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://znaytovar.ru/gost/2/RD_340910194_Tipovaya_instrukc.html.
10. Счётчик электрической энергии. [Электронный ресурс] // Википедия. Свободная энциклопедия – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Счётчик_электрической_энергии.
11. Заметки электрика. Индукционный и электронный счетчик — что лучше? [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <http://zametkielectrika.ru/indukcionnyj-i-elektronnyj-schetchik-chno-luchshe/>

12. Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии [Текст]: учеб. пособие.; допущено МО РФ/ А. А. Герасименко, В. Т. Федин; Красноярский государственный технический университет. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006.

13. Методические рекомендации по определению потерь электрической энергии в городских сетях напряжением 10(6)-0,4 кВ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.infosait.ru/norma_doc/45/45970/.

14. Методика расчета нормативных (технологических) потерь электроэнергии в электрических сетях. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://znaytovar.ru/gost/2/metodikametodika_rascheta_norm.html.

15. Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 № 442 (ред. от 11.05.2017) "О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии". [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_130498/f7e45d62c761d80c96cf15943de9a3bd8363ac90/.

16. Приказ Министерства энергетики РФ от 7 апреля 2010 г. № 149 "Об утверждении порядка заключения и существенных условий договора, регулирующего условия установки, замены и (или) эксплуатации приборов учета используемых энергетических ресурсов". [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://base.garant.ru/12176930/#ixzz4jTB9CoWu>.

17. Коммерческие потери электроэнергии и их снижение. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://energoserber18.ru/energoseberezhenie/propaganda/publikaczii/kommercheskie-poteri-elektroenergii-i-ix-snizhenie.html>.

18. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии Классификация мероприятий по снижению потерь электроэнергии. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/5685876/>.

19. Пути снижения потерь электроэнергии в электрических сетях. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.enelux.ru/puti_snizhenija_poter_elektroenergii_v_elektricheskix_setyah/

20. Современные автоматизированные системы контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://refleader.ru/polatyrnayfsbew.html>.

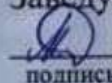
Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»
институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой



подпись

А.С. Торопов

инициалы, фамилия

« 03 »

07

2024 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Анализ результатов внедрения АСКУЭ на примере с. Балыкса
Аскизского района РХ

тема

Руководитель

Кат 01.07.24
подпись, дата

доцент, к.т.н.
должность, ученая степень

А. В. Коловский
инициалы, фамилия

Выпускник

Пожаев 01.07.24
подпись, дата

А. И. Пожаев
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

Кычакова 01.07.24
подпись, дата

И.А. Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2024