



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.

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

Студенту Кузнецову Даниилу Николаевичу

(фамилия, имя, отчество студента)

Группа ХЭН-10-01 Направление 13.03.02  
(код)

«Электроэнергетика и электротехника»

(наименование)

Тема выпускной квалификационной работы: Анализ и оценка структуры коммерческих потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях по Республике Хакасия

Утверждена приказом по университету №259 от 07.05.2024 г

Руководитель ВКР: Н.В.Дулесова, доцент каф. «Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт», к.э.н

(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для ВКР: Данные технико-экономических показателей предприятия за 2018-2023 г.г., данные о полезном отпуске на подстанциях, фактических и нормативных потерь электроэнергии.

Перечень разделов выпускной квалификационной работы:

Введение.

1 Теоретическая часть.

- 1.1 Понятие и структура коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях.
- 1.2 Причины возникновения коммерческих потерь.
- 1.3 Методические аспекты анализа коммерческих потерь.

2 Аналитическая часть.

- 2.1 Нормирование потерь.
- 2.2 Общая оценка эффективности.
- 2.3 Анализ коммерческих потерь электроэнергии.
- 2.4 Анализ и оценка коммерческих потерь ПС 2.

3 Мероприятия по снижению коммерческих потерь.

Заключение.

Перечень обязательных листов графической части:

1. Структура потерь электроэнергии.
2. Анализ коммерческих потерь электроэнергии.
3. Мероприятия по снижению коммерческих потерь в электрических сетях.

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Н.В.Дулесова

(инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Д.Н.Кузнецов

(инициалы и фамилия)

«05» февраля 2024г.

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Анализ и оценка структуры коммерческих потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях по Республике Хакасия» содержит 51 страницу текстового документа, 26 рисунков, 19 таблиц, 27 использованных источников.

**ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ, КОММЕРЧЕСКИЕ ПОТЕРИ, СТРУКТУРА, НОРМИРОВАНИЕ, ПОТРЕБИТЕЛЬ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ, ХИЩЕНИЕ.**

Объект исследований – районные распределительные электрические сети Республики Хакасия.

Предмет исследований – способы анализа и оценки коммерческих потерь в электрических сетях.

Методы исследования – комплексное исследование коммерческих потерь по результатам деятельности распределительных сетей района.

Научная новизна – использование комплексных методов оценки структуры коммерческих потерь с применением исходной информации по результатам деятельности распределительных сетей.

Цель работы заключается в анализе структуры и последующей оценке коммерческих потерь в электрических сетях для выработки рекомендаций по их снижению.

Область применения – работа может быть предложена электросетевым организациям как методика оценки и разработки мероприятий по снижению коммерческих потерь.

Задачи выпускной квалификационной работы:

- выделить методические аспекты анализа и оценки коммерческих потерь в электрических сетях;
- выполнить анализ структуры потерь в электрической сети;
- выполнить оценку коммерческих потерь в электрической сети;
- предложить мероприятия по снижению коммерческих потерь в электрических сетях.

В течение проработки проекта были получены следующие результаты:

- представлены теоретические обоснования необходимости снижения коммерческих потерь в электрических сетях;
- сформированы исходные данные для анализа и оценки коммерческих потерь электрической энергии;
- выполнен анализ коммерческих потерь и их структурных составляющих;
- выполнена оценка и предложены мероприятия по снижению коммерческих потерь в районных электрических сетях.

## ABSTRACT

The final qualifying work on the topic "Analysis and assessment of the structure of commercial electricity losses in distribution electric networks in the Republic of Khakassia" contains 53 pages of a text document, 26 figures, 19 tables, 27 sources used.

ELECTRIC NETWORK, COMMERCIAL LOSSES, STRUCTURE, NORMALIZATION, CONSUMER, ELECTRICITY, PURIFICATION.

The object of research is the regional distribution electric networks feeding consumers of RES-1.

The subject of research is the ways of analyzing and assessing commercial losses in electrical networks.

Research methods - a comprehensive study of commercial losses based on the results of the distribution network in the district.

Scientific novelty is the use of complex methods for estimating the structure of commercial losses with the use of initial information on the results of distribution networks.

The purpose of the work is to analyze the structure and subsequent assessment of commercial losses in electrical networks to develop recommendations for their reduction.

Scope of application - the work can be offered to electric grid organizations as a methodology for assessing and developing measures to reduce commercial losses.

The tasks of the final qualifying work:

- To allocate methodical aspects of the analysis and estimation of commercial losses in electric networks;
- Perform an analysis of the structure of losses in the electrical network;
- Perform an assessment of commercial losses in the electrical network;
- propose measures to reduce commercial losses in the electrical networks of the RES-1 production base.

During the development of the project, the following results were obtained:

- Theoretical justification of the need to reduce commercial losses in electric networks;
- Initial data for analysis and estimation of commercial losses of electric energy are generated;
- Analysis of commercial losses and their structural components;
- Evaluation was carried out and measures were proposed to reduce commercial losses in the regional electric grids.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1 Теоретическая часть.....	8
1.1 Понятие и структура коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях.....	8
1.2 Причины возникновения коммерческих потерь.....	10
1.2.1 Несанкционированное потребление электрической энергии.....	12
1.3 Методические аспекты анализа коммерческих потерь.....	13
2 Аналитическая часть.....	15
2.1 Нормирование потерь электроэнергии .....	16
2.2 Анализ коммерческих потерь .....	20
2.3 Анализ и оценка коммерческих потерь ПС 2 .....	25
3 Мероприятия по снижению коммерческих потерь.....	38
Заключение.....	49
Список использованных источников.....	50

## ВВЕДЕНИЕ

Коммерческие потери электроэнергии в электрических сетях – важнейший показатель эффективности и рентабельности их работы. Снижение коммерческих потерь электрической энергии – один из путей и реальных источников поступления денежных средств, направляемых на развитие электрических сетей, на повышение надежности и качества электроснабжения потребителей.

Анализ материалов по данной теме и практические данные показывают, что несовершенство законодательно – правовой базы, отсутствие у сетевых предприятий прямых договорных отношений по энергоснабжению с потребителями, недостаточное финансирование и невозможность значительного увеличения штата сотрудников, контролирующих электропотребление, рост несанкционированного потребления электрической энергии ограничивает возможности сетевых организаций в выявлении и устранении причин возникновения коммерческих потерь электроэнергии.

Актуальность данной работы связана со значительным распространением исследуемого явления и заключается в необходимости разработки мероприятий по снижению коммерческих потерь в электрических сетях.

Объект исследований – районные распределительные электрические сети, питающие потребителей Республики Хакасия.

Предмет исследований – способы анализа и оценки коммерческих потерь в электрических сетях.

Цель работы заключается в анализе структуры и последующей оценке коммерческих потерь в электрических сетях для выработки рекомендаций по их снижению.

Задачи выпускной квалификационной работы:

- выделить методические аспекты анализа и оценки коммерческих потерь в электрических сетях;
- выполнить анализ структуры потерь в электрической сети;
- выполнить оценку коммерческих потерь в электрической сети;
- предложить мероприятия по снижению коммерческих потерь в электрических сетях Республики Хакасия.

В работе применяются методы комплексного исследования коммерческих потерь в электрических сетях, такие как анализ динамики реализации электрической энергии с разделением ее на отпуск электроэнергии в сеть и отпуск потребителям, сопоставление динамики фактических потерь и нормативных потерь с динамикой отпуска электроэнергии в сеть, анализ и оценка структуры коммерческих потерь в динамике, выявление причин повышенных коммерческих потерь с детальным анализом.

Практическая значимость работы заключается в том, что она может быть предложена электросетевым организациям как методика оценки и разработки мероприятий по снижению коммерческих потерь.

## 1 Теоретическая часть

### 1.1 Понятие и структура коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях

Коммерческие потери электрической энергии – это потери электрической энергии, которые обусловлены несоответствием показаний приборов учета при оплате потребленной электроэнергии, хищением электроэнергии, а также прочими проблемами в сфере организации контроля потребления электроэнергии. Выражение «коммерческие потери электроэнергии» на сегодняшний день можно встретить только в отраслевых нормативно-технических документах. В одном из них под коммерческими потерями понимается разница между фактическими и нормативными потерями электроэнергии; в полном объеме оплачивает сетевая организация, в сетях которой возникли сверхнормативные потери электроэнергии.

Также, в форме федерального статистического наблюдения № 23-Н «Сведения о производстве и распределении электрической энергии», утвержденной Приказом Федеральной службы государственной статистики от 31.07.2023 г., используется отчетный показатель «коммерческие потери». Его определение в рамках формы звучит как «данные о количестве электроэнергии, не оплаченной абонентами» [20].

Коммерческие потери невозможно измерить приборами и рассчитать по самостоятельным формулам. Они определяются математически как разница между объемом электрической энергии, поставленной в электрическую сеть из других сетей или от производителей электрической энергии, и объемом электрической энергии, потребленной энергопринимающими устройствами, присоединенными к этой сети, а также переданной в другие сетевые организации [15].

Применяемое определение «коммерческие» (англ. «commerce» – «торговля») для этого вида потерь, подчеркивает связь убытка с процессом оборота товара, которым является электроэнергия. Потери электроэнергии, относимые к категории коммерческих потерь, большей частью являются электропотреблением, которое по разным причинам не зафиксировано документально. Поэтому оно не учтено как отпуск из сетей, и никому из потребителей не предъявлено к оплате [1].

Коммерческие потери электроэнергии являются прямым финансовым убытком сетевых компаний. Коммерческие потери являются как дополнительными расходами сетевого предприятия, так и упущенной возможностью получения прибыли.

Из этого следует, что сетевые компании в большей степени, чем остальные энергетические предприятия заинтересованы в уменьшении коммерческих потерь [7].

В идеальном случае коммерческие потери электроэнергии в электрической сети, должны быть равны нулю. Однако, в реальных условиях отпуск в сеть, полезный отпуск и технические потери определяются с погрешностями. Разности этих погрешностей фактически и являются структурными составляющими коммерческих потерь [4].

Обобщенная структура коммерческих потерь электроэнергии в распределительных сетях может быть представлена в виде, показанном на рисунке 1.

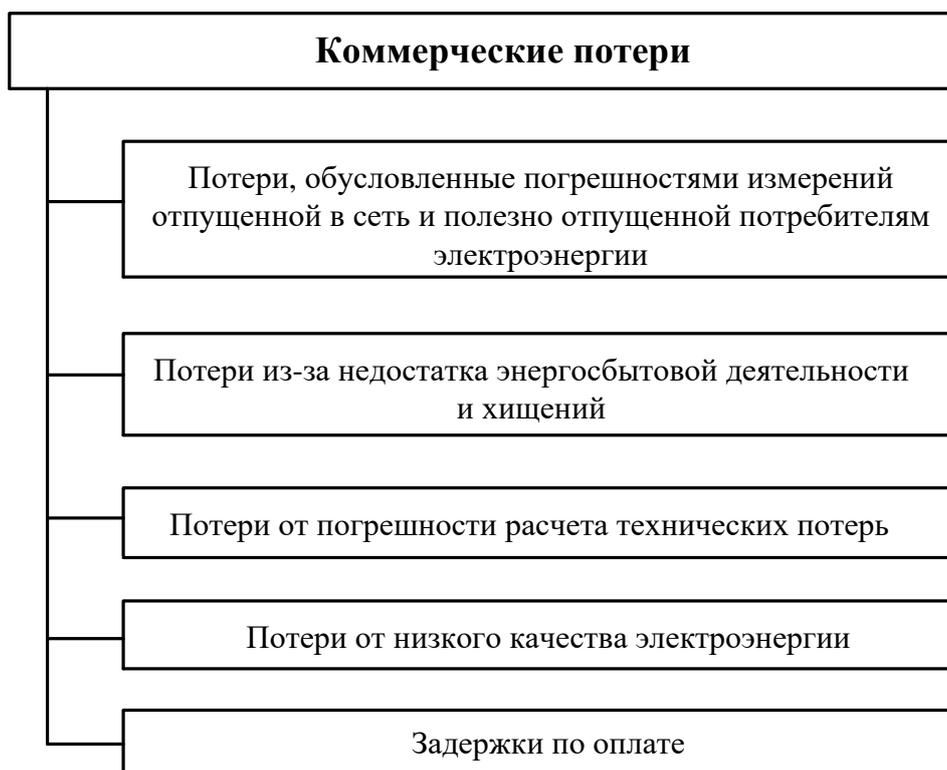


Рисунок 1– Структура коммерческих потерь

Потери, обусловленные погрешностями измерений отпущенной в сеть и полезно отпущенной потребителям электроэнергии, включают [2]:

- неправильное подключение электросчетчиков;
- погрешности снятий показаний;
- погрешности от неисправных приборов учета;
- сверхнормативные сроки службы;
- низкие коэффициенты мощности нагрузки.

К потерям из-за недостатка энергосбытовой деятельности и хищений относятся:

- потери при выставлении счетов;
- наличие бесхозных потребителей;
- несоответствие дат снятия показаний с расчетным периодом;
- договоры безучетного потребления;

– потери от хищений.

При анализе вышеперечисленных показателей коммерческих потерь даст возможность понизить потери и увеличить выручку электросетевого предприятия [5].

Так же это возможность разработки и внедрения мероприятий, связанных с:

– предотвращением и выявлением фактов хищения электроэнергии, в том числе обнаружением мест несанкционированного подключения к линиям электроснабжения;

– совершенствованием внутриорганизационной деятельности на энергопредприятии;

– контролем своевременности и полноты платежей за потребленную электроэнергию;

– реализацией функций оперативного диспетчерского управления на уровне каждого энергопотребителя;

– контролем качества электроэнергии и оперативным устранением причин, вызывающих нарушение качества электроэнергии.

## **1.2 Причины возникновения коммерческих потерь**

Коммерческие потери электроэнергии являются проявлением «человеческого фактора» и имеют под собой организационные, экономические, психологические и юридические корни [20].

Основные причины коммерческих потерь электроэнергии можно объединить в следующие группы: инструментальные потери, связанные с погрешностями измерений количества электроэнергии, погрешности определения величин отпуска электроэнергии в сеть и полезного отпуска потребителям, несанкционированное потребление электрической энергии, погрешности расчетов технологических потерь электроэнергии [6].

Рассмотрим каждую из перечисленных групп более подробно.

1) Инструментальные потери, связанные с погрешностями измерений количества электроэнергии.

Работа измерительных комплексов электроэнергии сопровождается инструментальной погрешностью, зависящей от фактических технических характеристик приборов учета и реальных условий их эксплуатации.

Требования к измерительным приборам, установленные законодательными и нормативно–техническими документами, влияют в конечном итоге на максимально допустимую величину недоучета электроэнергии, которая входит в состав нормативных технологических потерь [16].

Отклонение фактического недоучета электроэнергии от расчетного допустимого значения относится к коммерческим потерям.

2) Погрешности определения величин отпуска электроэнергии в сеть и полезного отпуска потребителям.

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, неправильный ввод информации в электронные базы данных и неточная передача данных, и т.п.

– несоответствие информации о применяемых приборах учета, расчетных коэффициентах, их фактическим данным;

– неурегулированные договорные условия в области электроснабжения и оказания услуг по передаче электроэнергии в отношении состава точек поставки, приборов учета и используемых алгоритмов расчета потерь в электрооборудовании при их установке не на границе балансовой принадлежности. Это может 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 отсутствие официального внесения конкретных точек поставки в договоры энергоснабжения или оказания услуг по передаче электроэнергии [3].

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

Такие случаи нарушают положения Федерального закона № 261 - ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 (ред. от 13.06.2023), в части оснащения приборами учета электрической энергии и их ввода в эксплуатацию [26].

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

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

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

3) Несанкционированное электропотребление.

Это одна из наиболее существенных составляющих коммерческих потерь.

Существуют три основных группы способов хищений электроэнергии:

– механическое вмешательство в работу счетчика;

– электрические способы хищения;

– магнитные способы хищения.

4) Погрешности расчетов технологических потерь электроэнергии.

Поскольку коммерческие потери - расчетная величина, получаемая математически, то погрешности определения технологического расхода электроэнергии имеют прямое влияние на значение коммерческих потерь [22].

Погрешности расчетов технологических потерь обусловлены применяемой методикой расчетов, полнотой и достоверностью информации.

Точность расчетов нагрузочных потерь электроэнергии, проводимых методами оперативных расчетов или расчетных суток, несомненно, выше, чем при расчетах по методу средних нагрузок или обобщенным параметрам сети. К тому же, реальные технические параметры элементов электрической сети зачастую имеют отклонения от справочных и паспортных значений, применяемых в расчетах, что связано с продолжительностью их эксплуатации и фактическим техническим состоянием электрооборудования [9].

Информация о параметрах электрических режимов работы сети, расходах электроэнергии на собственные нужды, также не обладает идеальной достоверностью, а содержит некоторую долю погрешности. Все это определяет суммарную погрешность расчетов технологических потерь. Чем выше их точность, тем более точным будет и расчет коммерческих потерь электроэнергии [3].

### **1.2.1 Несанкционированное потребление электрической энергии**

Одной из наиболее весомых составляющих коммерческих потерь является несанкционированное потребление электрической энергии, приобретающие в последние годы угрожающие масштабы.

Несанкционированное потребление электроэнергии можно объединить в две большие группы: бездоговорное и безучетное потребление.

Вопросы бездоговорного и безучетного потребления электрической энергии урегулированы «Основными положениями функционирования розничных рынков электрической энергии», утвержденными Постановлением Правительства РФ от 04.05.2012 N 442(ред. От 03.05.2024).

К случаям бездоговорного потребления электрической энергии относятся:

- потребление электрической энергии в отсутствие заключенного в установленном порядке договора электроснабжения;
- самовольное подключение энергопринимающих устройств к объектам электросетевого хозяйства.

К случаям безучетного потребления электрической энергии относятся все факты потребления электроэнергии, с нарушением установленного договором энергоснабжения поставки электрической энергии или договором оказания услуг по передаче электрической энергии со стороны потребителя.

Поэтому для обнаружения, предотвращения и устранения хищения электрической энергии требуется продолжительная целенаправленная работа, требующая постоянного внимания и бдительности со стороны контролеров, а также значительных материальных затрат на совершенствование средств учета

электроэнергии, создание информационного обеспечения и эффективных технических средств для выявления фактов хищений [25].

### **1.3 Методические аспекты анализа и оценки коммерческих потерь**

Величина коммерческих потерь электроэнергии зависит от значений других структурных показателей баланса электроэнергии.

При рассмотрении участка электрической сети с коммерческими потерями, необходимо составить баланс электроэнергии, узнать фактические и технологические потери, благодаря чему мы сможем узнать полный объем коммерческих потерь [14].

Дальнейший анализ потерь электроэнергии помогает локализовать их участки и выявить причины их возникновения для последующей выработки мероприятий по их снижению.

Для коммерческих потерь электроэнергии используют структуру таких потерь, в которой они разделены на составляющие, это поможет исключить неопределенности любого рода [8].

Такой подход обуславливает структуру потерь электроэнергии по следующим признакам:

- в элементах сети;
- в зависимости от параметров режима;
- по качеству исходной информации.

Структурный анализ коммерческих потерь электроэнергии предполагает их исследование в динамике:

- по видам составляющих потерь;
- по классам напряжения;
- по видам оборудования;
- по зависимости от отпуска электроэнергии в сеть;
- по загрузке элементов сети;
- по зависимости от пропуска электроэнергии через элемент, участок сети;
- по типам потребителей электроэнергии и их процентному содержанию в электропотреблении;
- по качеству информационных потоков;
- по временным интервалам.

Детальный анализ коммерческих потерь электроэнергии в конкретной электрической сети позволит выбрать оптимальный инструментальный по их снижению и прогнозированию, и получить наибольшую прибыль в условия эксплуатации.

Для анализа коммерческих потерь целесообразней проводить оценку отпуска электроэнергии в сеть и из сети и уровень потерь электроэнергии за 4-6 лет по всей сети, и отдельно по номинальному напряжению. Для определения районов, в которых потери слишком велики, используют структуру нормативных и сверхнормативных потерь.

Дальнейший анализ потерь осуществляется в этих районах, а также соотношение потерь, в том числе и их составляющих, и отпуска электроэнергии в сеть по сезонам года (по месяцам). Выделяются значимые составляющие потерь электроэнергии в процентах от отпуска в сеть и потребления электроэнергии, и проводится их анализ.

Осуществляется аналогичный анализ по присоединениям подстанций, определяются сверхнормативные потери, и выявляются те присоединения, в которых наблюдается недопустимо большой их уровень. Выявляются и анализируются причины сложившейся ситуации [20].

Благодаря анализу можно увидеть приоритетные направления по снижению потерь:

- технического состояния, условий применения и погрешностей приборов учета электроэнергии (трансформаторов тока, напряжения и счетчиков);

- энергетических балансов электрических сетей в целом и их отдельных узлов (подстанций);

- организации работы по внедрению мероприятий по снижению потерь.

Из чего можно сделать вывод, что снижение коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях требует комплексных работ и значительных капиталовложений, для использования новых технологий для энергосбытовой деятельности и управления режимами сети, обучение и повышение квалификации персонала, и оснащение его средствами проверки [8].

При этом отдельные мероприятия по снижению потерь не даст ощутимого эффекта. Их реализация должна быть комплексной и одно моментной. Это позволит решить проблему коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях [17].

## 2 Аналитическая часть

В Республике Хакасия основными предприятиями, вырабатывающими электроэнергию, являются: Саяно-Шушенская ГЭС, Майнская ГЭС, Абаканская ТЭЦ, Сорская ТЭЦ и ТЭЦ АбазаЭнерго.

К предприятиям, распределяющим электроэнергию относятся: «Межрайонные распределительные электрические сети» (ООО «МРЭС»), филиал ПАО «Россети Сибирь»-«Хакасэнерго» и Хакасское предприятие магистральных электрических сетей («ХПМЭС»).

Предприятия являются юридическими лицами и свою деятельность организуют на основании Устава, ФЗ № 14 от 08.02.1998 (ред. от 25.12.2023) «Об обществах с ограниченной ответственностью», Гражданского кодекса Российской Федерации и иными нормативно-правовыми актами.

Основным видом деятельности распределительных электрических сетей является: Передача электроэнергии и технологическое присоединение к распределительным электросетям.

Дополнительными видами деятельности являются:

- Ремонт электронного и оптического оборудования ; организуют
- Распределение электроэнергии;
- Торговля электроэнергией;
- Передача пара и горячей воды (тепловой энергии);
- Производство электромонтажных работ;
- Производство прочих строительно-монтажных работ;
- Производство прочих отделочных и завершающих работ;
- Деятельность в области инженерных изысканий, инженерно-технического проектирования, управления проектами строительства, выполнения строительного контроля и авторского надзора, предоставление технических консультаций в этих областях;
- Деятельность, связанная с инженерно-техническим проектированием, управлением проектами строительства, выполнением строительного контроля и авторского надзора.

## 2.1 Нормирование потерь электрической энергии

Размер фактических потерь электрической энергии в электрических сетях определяется как разница между объемом электрической энергии, переданной в сеть и объемом электрической энергии, потребленной энергопринимающими устройствами, присоединенными к этой сети.

Предприятие распределяющие электроэнергию обязано выплачивать стоимость фактических потерь электрической энергии, возникших в принадлежащих им объектах, за вычетом стоимости потерь, учтенных в тарифах на электрическую энергию.

Нормативы потерь электрической энергии в электрических сетях устанавливаются в отношении совокупности линий электропередачи и всех объектов электросетевого хозяйства.

Нормативные (плановые) потери определяются на основе:

1. Технологических потерь электрической энергии (технические потери, расход электроэнергии на собственные нужды, потери, обусловленные инструментальными погрешностями).

2. Сравнительного анализа потерь электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям с дифференциацией по уровням напряжения.

В работе использованы данные о нормативных (плановых) потерях за период 2018-2023 г.г. Согласно этих данных был выполнен анализ и дана оценка коммерческих потерь, которые обусловлены хищениями электроэнергии, несоответствием оплаты бытовыми потребителями показаниям счетчиков и другими причинами в сфере организации контроля над потреблением электроэнергии.

Плановые потери электроэнергии за 2018-2023 г. представим в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Плановые потери электроэнергии за 2018-2023 г.г. %

Год/Месяц	Янв.	Февр.	Март.	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек.
2018	32	26,3	28,8	26,3	25	25,6	22	24,4	26,8	29,6	30,2	27,5
2019	29,8	25,9	28	27,5	23,7	24,6	22,3	22,6	26,1	27,4	27,3	27,7
2020	32,5	28,9	27,8	27,2	23,2	24,1	21	21,4	25,1	27,5	26,7	27
2021	28	28,8	27,7	27,1	23,1	24,1	20,9	21,3	25	27,4	26,6	27
2022	34,8	28,8	27,7	27,1	23,1	17,8	14,6	20,4	25	27,1	26,6	34,3
2023	31,8	28,4	27,8	27,1	23,2	24	20,6	21	23,3	25,7	23,8	23,4

Плановые потери электроэнергии за период 2018-2023 г. по подстанциям представим в таблице 2.

Таблица 2 – Плановые потери электроэнергии за период 2018-2023 г. г. по подстанциям, %

Отчетный год	Наименование ПС					
	ПС №1	ПС №2	ПС №3	ПС №4	ПС №5	ПС №6
2018	23,2	24	21	18,8	19,2	19,4
2019	26,3	20,8	18,6	16,4	14,2	17,5
2020	23	20,2	29,3	23,9	22,8	21,3
2021	32,9	27,4	25,2	23	20,8	24,1
2022	32,2	41,1	35,6	37	32,2	26
2023	31,4	29,3	27,2	27,9	23,5	21,1

При анализе эффективности работы электросетевой организации рассматриваются следующие показатели:

- отпуск электрической энергии в сеть;
- потери электрической энергии в сети;
- полезный отпуск электрической энергии из сети; доход предприятия.

При выполнении общего анализа использовались данные за период 2018-2023 г.г., такие как фактические величины и плановые величины. Данные для анализа представлены ниже в таблице 3.

Таблица 3 – Техничко-экономические показатели предприятия за период 2018-2023 г.г.

Год		Отпуск эл.энергии в сеть, кВт·ч	Потери эл.энергии в сети, кВт·ч	Потери эл.энергии в сети, %
1		2	3	4
2018	План	140536	36043,7	25,6
	Факт	138648,4	45768,9	33
	Откл.	-1887,6	9724,9	7,4
2019	План	199270,5	48130,5	24,2
	Факт	217089,4	73531,5	33,9
	Откл.	17818,9	25401	9,7
2020	План	197538	48004	24,3
	Факт	208788,8	64937,4	31,1
	Откл.	11250,8	16933,4	6,8
2021	План	197590,8	47858,8	24,2
	Факт	209592,9	63192,1	30,2
	Откл.	12002,1	15333,3	5,9
2022	План	197543,5	47627,8	24,1
	Факт	202517,7	54303	27,8
	Откл.	4974,2	6675,2	3,7
2023	План	207528,2	48233,9	23,2
	Факт	227264,4	59778,3	26,3
	Откл.	19736,2	11544,4	3

График изменения фактического отпуска и фактических потерь, а также их плановые величины представлены на рисунке 2.

Начиная, с 2019 года фактический отпуск в сеть превышает запланированный и как следствие, наблюдается ежегодное превышение фактических потерь электроэнергии над плановыми потерями.

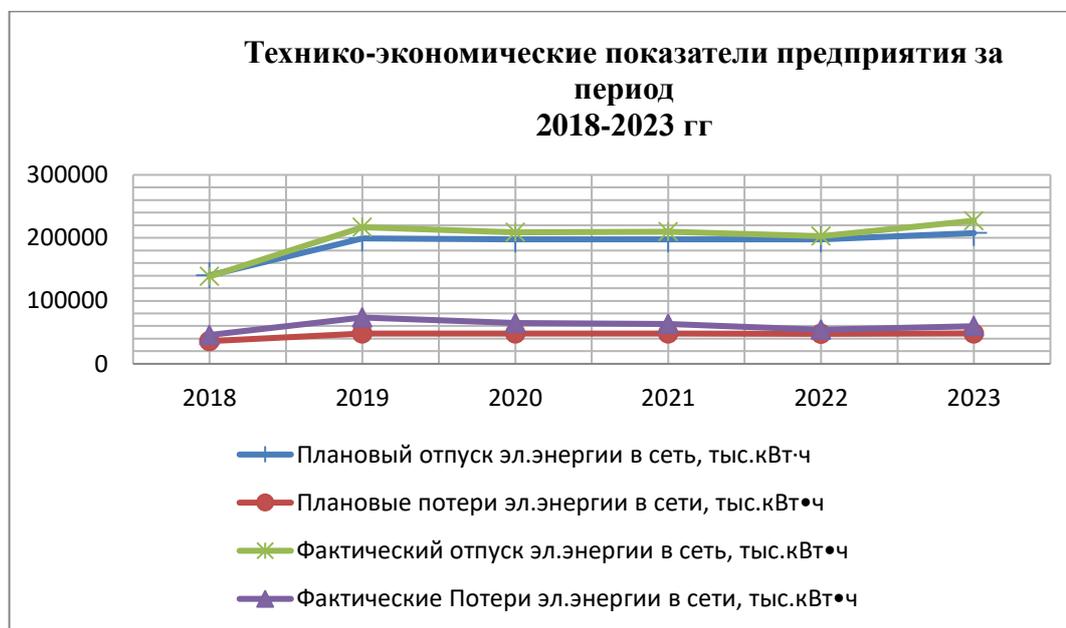


Рисунок 2 – Анализ основных показателей деятельности предприятия за 2018-2023 г.г.

Потери электрической энергии от отпуска в сеть представлены на рисунке 3, а отклонение электрической энергии от нормы на рисунке 4.



Рисунок 3 – Потери электрической энергии в сети

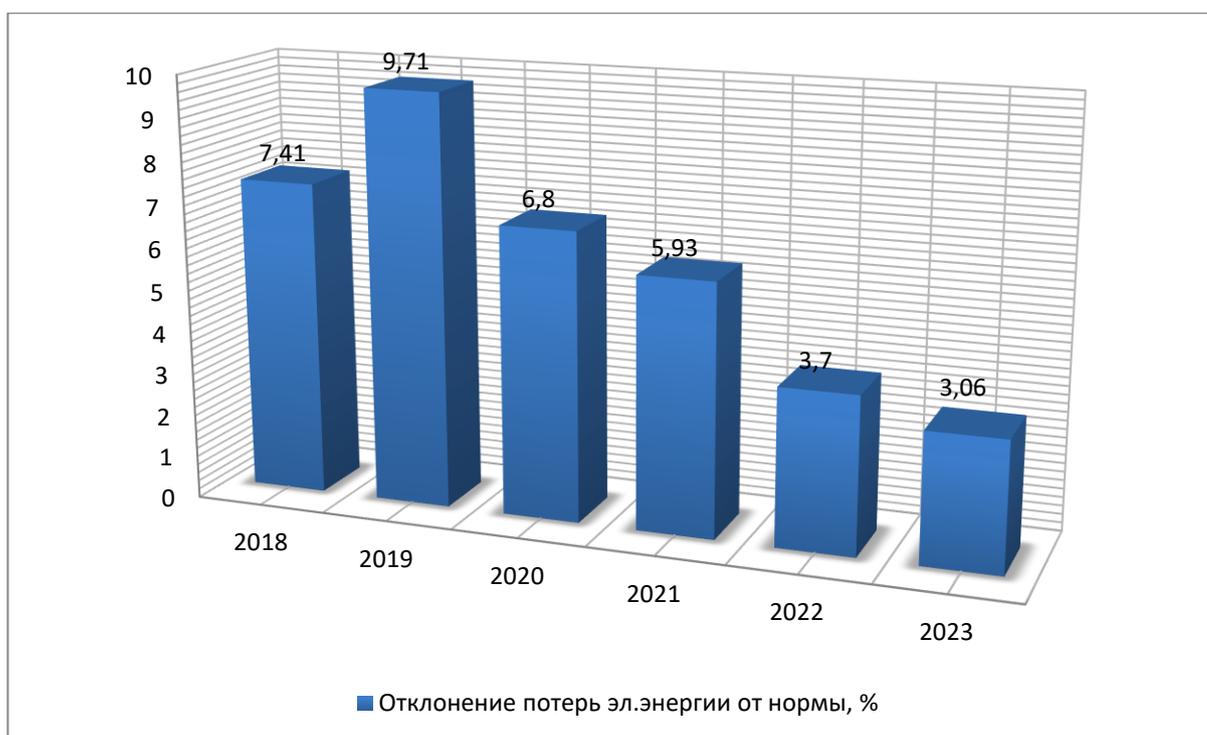


Рисунок 4 – Отклонение потерь электрической энергии от нормы

С 2019 года наблюдается тенденция по снижению величины фактических потерь, несмотря на то, что ежегодно фактические потери в сетях превышают запланированную величину. Отклонение потерь электрической энергии от нормы за четыре года снизилось на 6,65 % и наконец 2023 года составило 26 % от фактического отпуска электроэнергии в сеть, что говорит об эффективности работы.

В таблице 4 и на рисунке 5 представлены сводные данные о величине выручки предприятия.

Таблица 4 – Выручка предприятия за 2018-2023 г.г.

Выручка, тыс. руб.	Год					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
План	9622,5	1808,9	2008,8	2002,4	2344,9	1990,9
Факт	8855,1	1405,1	1740,1	1912	2262,3	1903,4
Отклонение	7673,9	40382,7	2687,1	9041,7	8254,9	8739,8

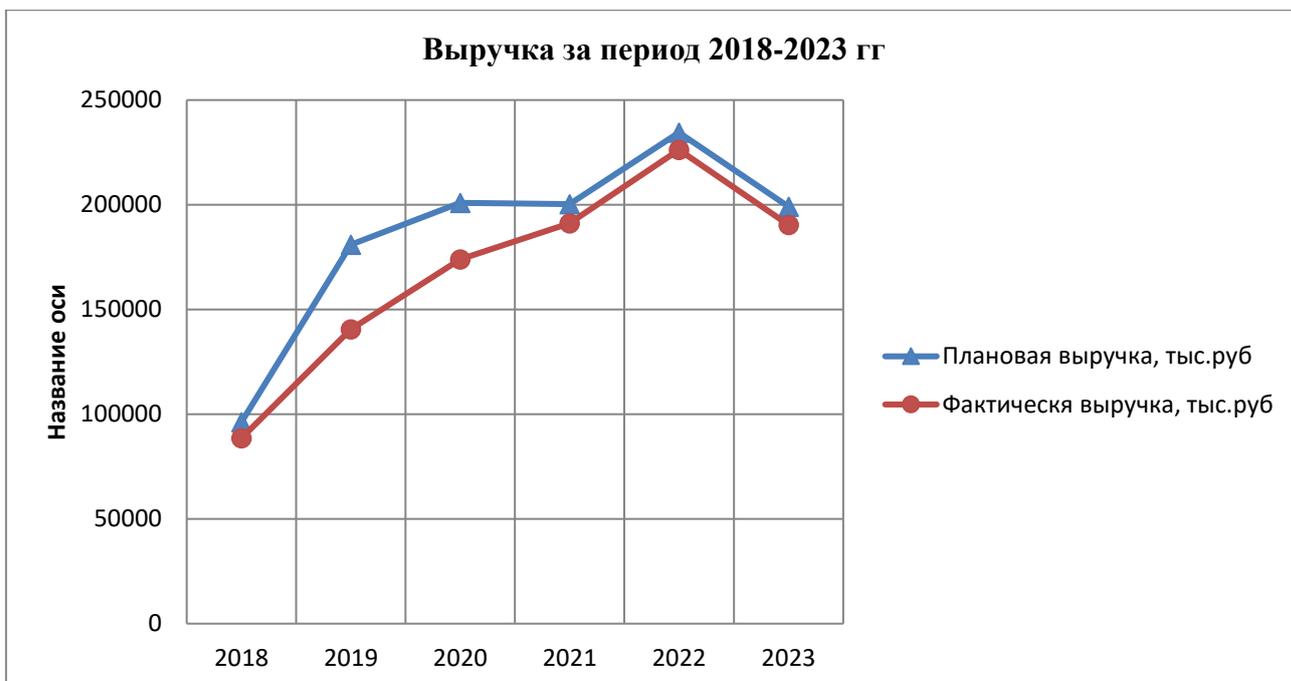


Рисунок 5 – Выручка предприятия за период 2018-2023 г.г.

Результатом работы электросетевой организации является полученная прибыль, большую долю которой составляет выручка от основного вида деятельности, т.е. транспортировки электрической энергии. Можно увидеть, что фактическая выручка намного меньше запланированной в 2019-2020 г.г. Но также видна положительная тенденция – отклонение плановой от фактической выручки начинает количественно уменьшаться. Начиная с 2021 г. и к концу 2023 г. составила 8739,83 тыс. руб. в 4,62 раза меньше, чем в 2019 г., что говорит о готовности к дальнейшей эффективной деятельности и существенных результатах от проделанной работы за 6 лет.

## 2.2 Анализ коммерческих потерь

Проведем анализ коммерческих потерь в электрических сетях. В таблице 5 приведены данные необходимые для анализа за период 2018-2023 г.г.

Таблица 5 – Фактические данные о потерях на подстанциях

Отчетный период	Наименование ПС																													
	Отпущенная э/э,кВт																													
	ПС №1					ПС №2					ПС №3					ПС №4					ПС №5					ПС №6				
	Всего	юр. лица	бюджет	населени	потери	Всего	юр. лица	бюджет	населени	потери	Всего	юр. лица	бюджет	населени	потери	Всего	юр. лица	бюджет	населени	потери	Всего	юр. лица	бюджет	населени	потери					
2018 г.	49511	18256	2020	16073	13160	77886	15728	5884	26556	29716	7207	1888	402	2153	2763	670	175	4,2	349	142	7199	1417	303	3216	2262	69863	8506	33080	8718	19557
2019 г.	49511	18256	2020	16073	13170	88492	18987	6275	30471	32757	70941	23857	3260	20455	23367	6224	1359	84,5	3384	1395	8725	1461	218	3764	3280	67059	8276	42542	8421	7819
2020 г.	53027	19073	1516	18369	14067	80274	15921	5822	29142	29388	67617	22230	3056	19782	22548	5783	1314	72,4	3239	1156	8187	1414	205	3844	2721	65086	7927	41468	8507	7183
2021 г.	46162	20466	1004	15813	8878	77931	16157	4622	30931	26220	66351	20661	3373	20843	21473	6251	1365	122	3415	1347	8706	1306	166	4206	3027	65946	8018	41935	8634	7357
2022 г.	4898	20157	1208	16732	10870	78561	15073	5013	32414	26060	63849	19103	3698	21214	19832	6342	1156	104	3268	1812	8506	1255	212	4465	2672	63463	7694	40500	8341	6926
2023 г.	45153	21743	1035	15066	7307	80852	14112	5558	33396	27785	65003	18626	3096	21302	21977	5938	974	161	3245	1558	8933	1131	294	4972	2535	70783	8603	44626	9519	8033

График изменения потерь по подстанциям в течение 6 лет представлен на рисунок 6.

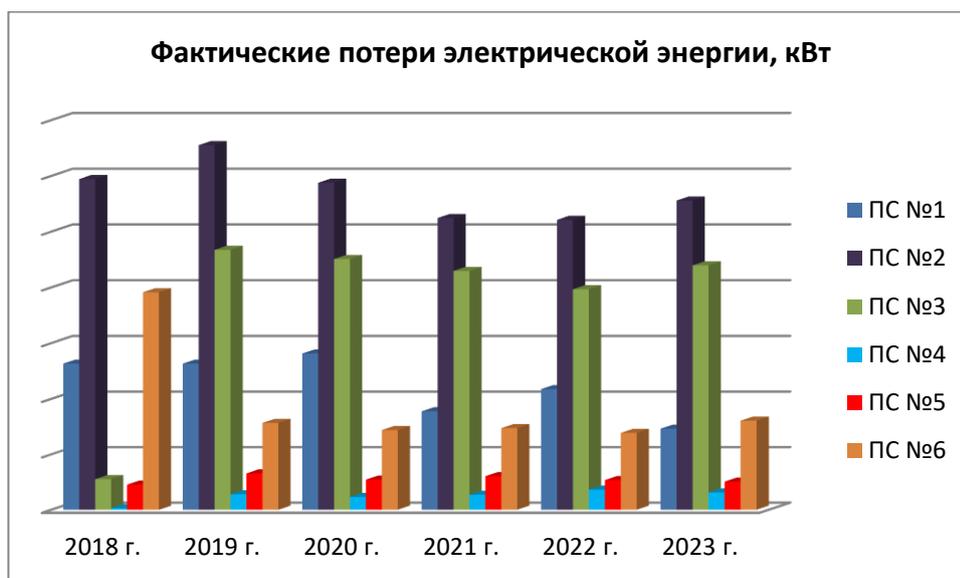


Рисунок 6 – Потери электрической энергии по подстанциям за 6 лет

ПС №2 является подстанцией наибольшей концентрации объемов потерь, что можно увидеть на рисунке 6

Данные для анализа отклонения фактических потерь от нормативных, которые нам понадобятся для дальнейшей оценки указаны в таблице 6.

Таблица 6 – Потери по подстанциям за 2018-2023 г.г.

Отчетный период	Наименование ПС																							
	Отпущенная э/э, кВт																							
	ПС №1				ПС №2				ПС №3				ПС №4				ПС №5				ПС №6			
	Отпущенная э/э, кВт	Фактические потери,	Фактические потери,	Плановые потери, %	Отпущенные	Фактические потери,	Фактические потери,	Плановые потери, %	Отпущенные	Фактические потери,	Фактические потери,	Плановые потери, %	Отпущенные	Фактические потери,	Фактические потери,	Плановые потери, %	Отпущенные	Фактические потери,	Фактические потери,	Плановые потери, %	Отпущенные	Фактические потери,	Фактические потери,	Плановые потери, %
2018 г.	49511	13160	26,58	23,21	77886	29716	38,15	26,29	7207	2763	38,34	22,99	670	142	21,17	32,89	7199	2262	31,42	32,23	69864	19557	27,99	31,35
2019 г.	49511	13160	26,58	23,98	88492	32757	37,02	20,79	70941	23367	32,94	20,24	6224	1395	22,42	27,39	8725	3280	37,6	41,14	67059	7819	11,66	29,26
2020 г.	53027	14067	26,53	21,01	80274	29388	36,61	18,59	67617	22548	33,35	29,26	5783	1156	20,01	25,19	8187	2721	33,24	35,64	65086	7183	11,04	27,17
2021 г.	46162	8878	19,23	18,81	77931	26220	33,65	16,39	66351	21473	32,36	23,87	6251	1347	21,56	22,99	8706	3027	34,78	36,96	65946	7357	11,16	27,94
2022 г.	48968	10870	22,20	19,25	78561	26060	33,17	14,19	63849	19832	31,06	22,77	6342	1812	28,58	20,79	8506	2672	31,42	32,23	63463	6926	10,91	23,54
2023 г.	45153	7307	16,18	19,36	80852	27785	34,37	17,49	65003	21977	33,81	21,34	5938	1558	26,23	24,09	8933	2535	28,38	25,96	70783	8033	11,35	21,12

Результаты анализа отклонения фактических потерь от нормативных представлены на графике (рисунок 7).

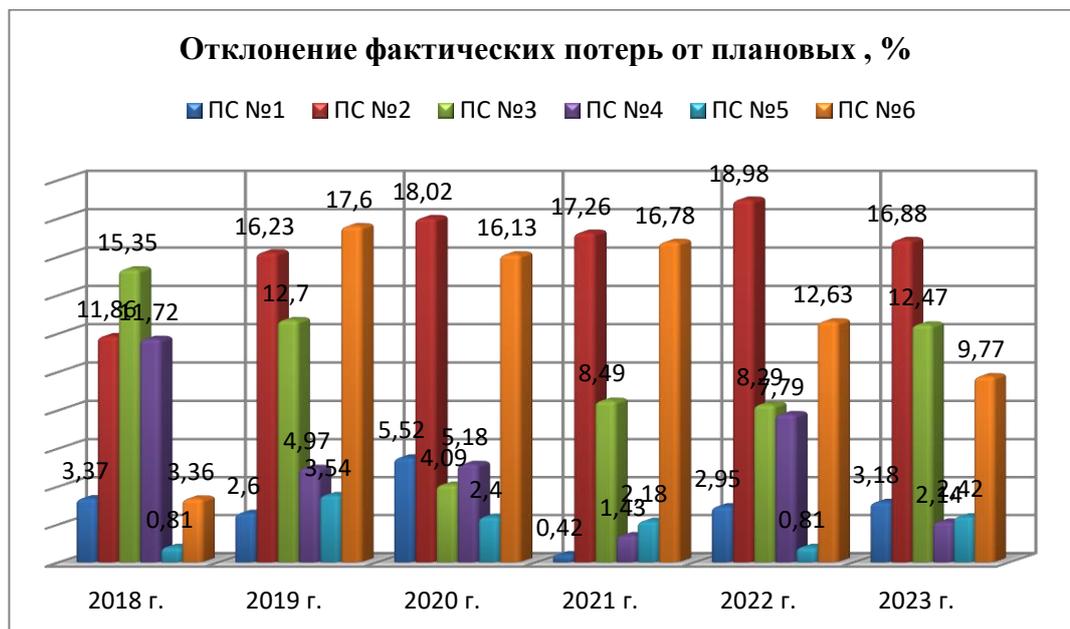


Рисунок 7 – Отклонение фактических потерь от плановых за 2018-2023 г.г.

Процент фактических потерь считаем от отпущенной электроэнергии в сеть. Отклонение получаем путем разности процента фактических потерь от плановых.

На подстанции №2 ярко выражено отклонение фактических потерь от плановых. Можно увидеть, что на 2022 год приходится самая большая величина- 19%, но благодаря частичному выносу приборов учета у населения на границу балансовой принадлежности в 2023 году наблюдается незначительное снижение. Из-за того, что отклонение подстанции достаточно велико по сравнению с другими подстанциями тенденцию нельзя назвать положительной.

Для наглядности на рисунке 8 в виде диаграммы были представлены результаты доли коммерческих потерь каждой ПС за 2023 г.



Рисунок 8 – Коммерческие потери по подстанциям за 2023 г.

Из диаграммы видно, что для более детального анализа и оценки коммерческих потерь в сетях, в качестве объекта исследования будем рассматривать ПС №2.

### 2.3 Анализ и оценка коммерческих потерь ПС №2

ПС №2 за период 2018-2023 г.г. имеет наибольшие потери электрической энергии, из-за чего она была выбрана для анализа и оценка коммерческих потерь.

В таблице 7 можно увидеть плановые потери электроэнергии, которые будут использоваться для оценки коммерческих потерь.

Таблица 7 – Плановые потери электроэнергии за 2018-2023 г.г. ПС №2 , %

Год/Месяц	Янв.	Февр.	Март.	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек.
2018	32	26,3	28,7	26,2	25,1	25,6	22,1	24,3	26,7	29,6	30,1	33,6
2019	29,7	25,8	28	27,5	23,6	24,5	22,2	22,5	26	27,4	27,3	27,6
2020	32,4	28,8	27,7	27	23	24	21	21,4	25	27,5	26,6	26,9
2021	32,3	28,8	27,7	27	23	24	20,8	21,2	24,9	27,3	26,5	27
2022	34,8	28,8	27,7	27	23	17,7	14,5	20,3	24,9	27,1	26,5	34,3
2023	31,8	28,3	27,7	27,1	23,1	24	20,6	21	23,2	25,6	23,8	23,3

В таблице 8 представлены данные о нормативных потерях, полезном отпуске и фактических потерях.

Таблица 8 – Данные для анализа коммерческих потерь ПС №2

Месяц	Показатель	Отчетный период					
		2018	2019	2020	2021	2022	2023
Январь	Отпуск в сеть, кВт	11092343	10387905	10039990	10065315	8684233	9871260
	Фактические потери, кВт	4791279	4518459	4020681	4690713	3086503	4397464
	Фактические потери, %	43,2	43,5	40,1	46,6	35,5	44,6
	Плановые потери, %	29,1	27,1	29,5	29,5	31,7	29
	Отклонение, %	14,1	16,4	10,5	17,2	3,9	15,6
Февраль	Отпуск в сеть, кВт	8696770	10727975	9437978	8889283	7937160	8773345
	Фактические потери, кВт	4293804	4874536	3954939	3542198	2897236	2892994
	Фактические потери, %	49,4	45,4	41,9	39,9	36,5	33
	Плановые потери, %	23,9	23,5	26,3	26,2	26,2	25,8
	Отклонение, %	25,5	21,9	15,6	13,7	10,3	7,2
Март	Отпуск в сеть, кВт	8509155	9106245	8546083	7385595	7553828	7684805
	Фактические потери, кВт	3898145	3793715	3580903	2605938	2651050	2476525
	Фактические потери, %	45,8	41,7	41,9	35,3	35,1	32,2
	Плановые потери, %	26,1	25,5	25,3	25,2	25,2	25,2
	Отклонение, %	19,7	16,2	16,6	10,1	9,9	7
Апрель	Отпуск в сеть, кВт	5546375	6369940	6238030	5360285	5654323	5650410
	Фактические потери, кВт	2072166	2098833	2231270	1384350	1157484	1251348
	Фактические потери, %	37,4	33	35,8	25,8	20,5	22,2
	Плановые потери, %	23,9	25	24,7	24,6	24,6	24,7
	Отклонение, %	13,5	8	11	1,2	-4,1	-2,5
Май	Отпуск в сеть, кВт	4733145	5197085	5671130	5546608	4798785	5277053
	Фактические потери, кВт	1060999	1198729	1856964	1514396	750297,5	1231743
	Фактические потери, %	22,4	23,1	32,7	27,3	15,6	23,3
	Плановые потери, %	22,8	21,5	21,1	21	21	21,1
	Отклонение, %	-0,4	1,6	11,7	6,3	-5,3	2,3
Июнь	Отпуск в сеть, кВт	3497438	3680508	4102160	4338968	4044530	3983460
	Фактические потери, кВт	544692,5	491528,8	402068,8	250728,8	344180	147893
	Фактические потери, %	15,6	13,4	9,8	5,8	8,5	3,7
	Плановые потери, %	23,3	22,3	21,9	21,9	16,2	21,9
	Отклонение, %	-7,7	-9	-12,1	-16,1	-7,7	-18,2
Июль	Отпуск в сеть, кВт	3639343	3762893	3814704	3759365	4006995	4019240
	Фактические потери, кВт	862108,8	297455	500387,5	413845	521166,3	638840
	Фактические потери, %	23,7	7,9	13,1	11	13	15,9
	Плановые потери, %	20,1	20,3	19,1	19	13,3	18,7

## Окончание таблицы 8

	Отклонение, %	3,6	-12,4	-6	-8	-0,2	-2,8
Август	Отпуск в сеть, кВт	3694448	3967483	3929121	3821410	4042690	4201630
	Фактические потери, кВт	543618,8	1220493	652585	754806,3	697760	975335
	Фактические потери, %	14,7	30,8	16,6	19,8	17,3	23,2
	Плановые потери, %	22,2	20,5	19,5	19,4	18,5	19,1
	Отклонение, %	-7,5	10,2	-2,9	0,4	-1,3	4,1
Сентябрь	Отпуск в сеть, кВт	4843965	4864130	5585113	5463933	5211138	4748220
	Фактические потери, кВт	1304449	1831670	2306426	1767365	1520819	1273273
	Фактические потери, %	26,9	37,7	41,3	32,4	29,2	26,8
	Плановые потери, %	24,4	23,7	22,8	22,7	22,7	21,1
	Отклонение, %	2,6	14	18,5	9,7	6,5	5,7
Октябрь	Отпуск в сеть, кВт	5909603	6972955	6890138	6611550	6346765	7306058
	Фактические потери, кВт	2319670	6972955	2875740	2500265	2574224	3081208
	Фактические потери, %	39,3	37	41,7	37,8	40,6	42,2
	Плановые потери, %	26,9	24,9	25	24,9	24,7	23,3
	Отклонение, %	12,3	12,1	16,7	12,9	15,9	18,8
Ноябрь	Отпуск в сеть, кВт	7978613	8187604	7556968	7680343	8131790	8132988
	Фактические потери, кВт	3631346	3528869	3222164	3047590	3172574	3209734
	Фактические потери, %	45,5	43,1	42,6	39,7	39	39,5
	Плановые потери, %	27,4	24,9	24,3	24,2	24,2	21,7
	Отклонение, %	18,1	18,2	18,4	15,5	14,9	17,8
Декабрь	Отпуск в сеть, кВт	9745413	11587030	8462715	9008990	8399673	8704050
	Фактические потери, кВт	4394576	5767473	3784134	3748034	2937303	3709426
	Фактические потери, %	45,1	49,8	44,7	41,6	35	42,6
	Плановые потери, %	30,6	25,2	24,5	24,6	31,2	21,2
	Отклонение, %	14,5	24,6	20,2	17,1	3,8	21,4

Исходя из графика (рисунок 9) видно, что фактические потери и их наибольшее отклонение от нормативных приходится на зимние месяцы.

В феврале 2018 года можно увидеть, что коммерческие потери достигают своего максимума и составляют 25,5%.

Графики изменения потерь в течение года за шестилетний период представлены на рисунках 10-15.

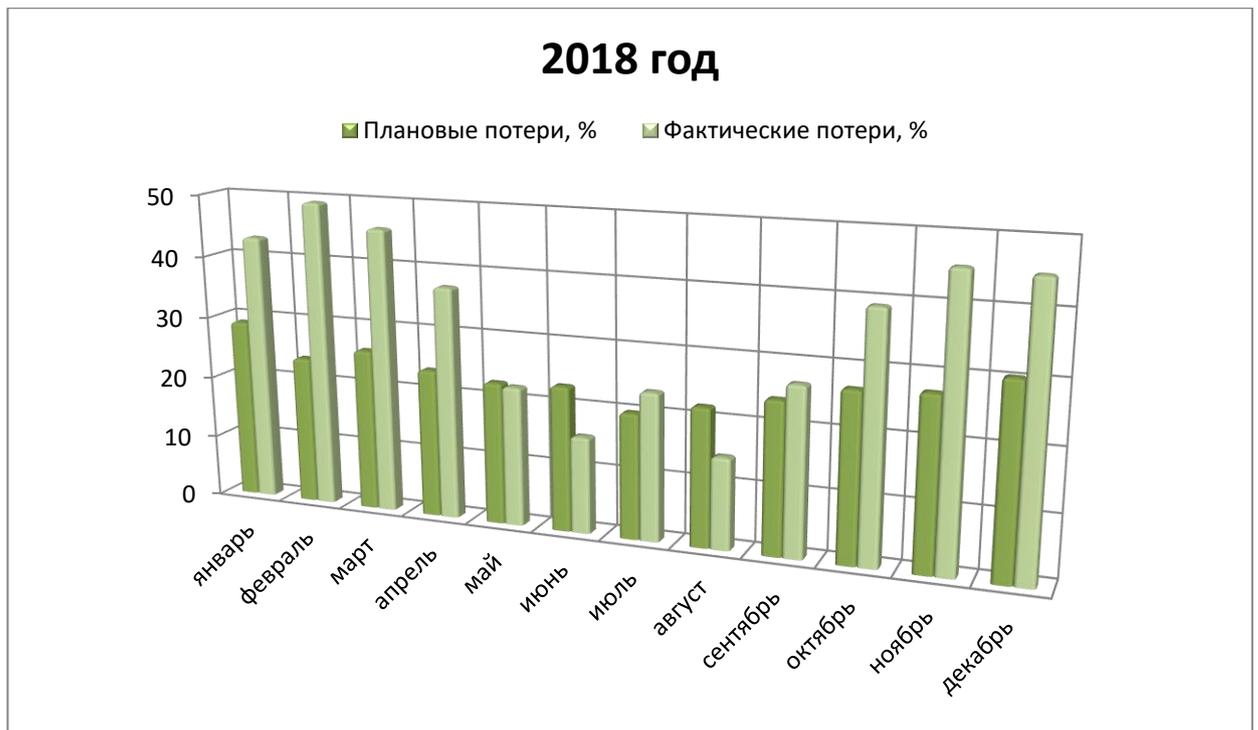


Рисунок 9 – Потери ПС №2, 2018 г.

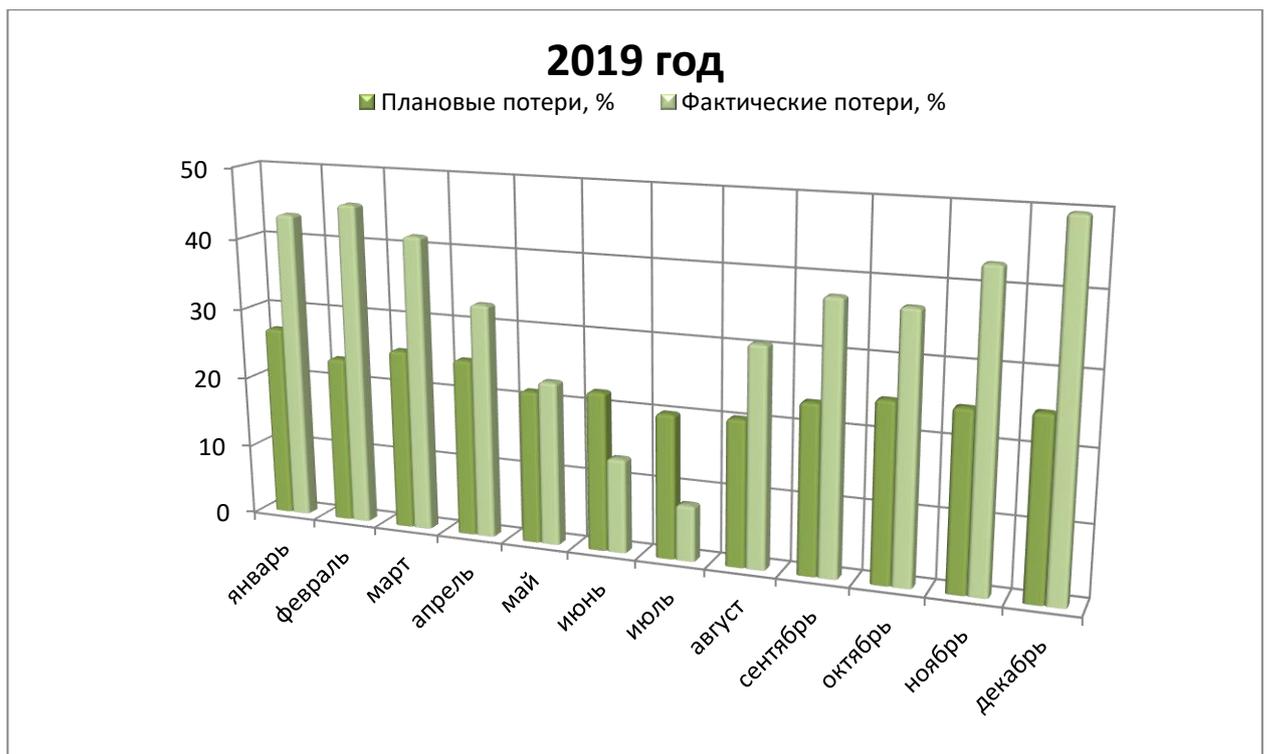


Рисунок 10 – Потери ПС №2, 2019 г.

В 2019 году наблюдается аналогичная ситуация. Коммерческие потери достигают максимума в декабре и составляют 24,26%.

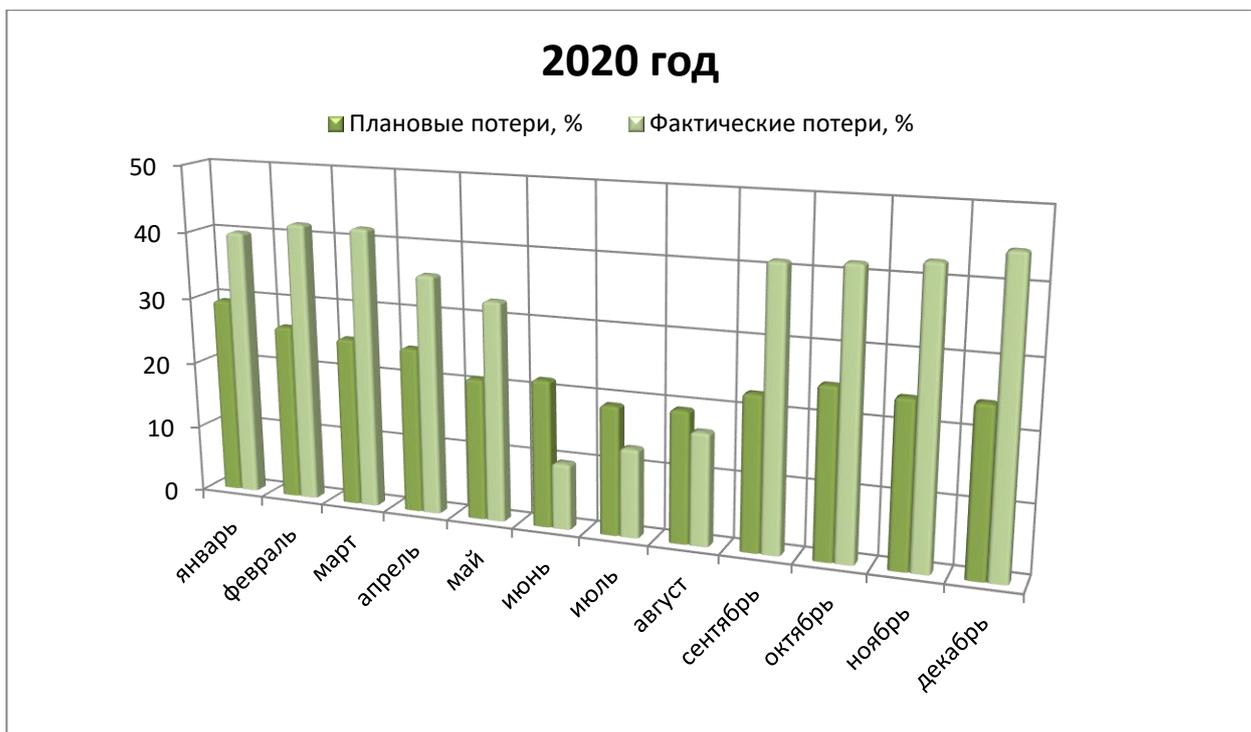


Рисунок 11 – Потери ПС №2, 2020 г.

Из графика потерь ПС №2 за 2020 год можно наблюдать, в первом квартале небольшое снижение коммерческих потерь, а в третьем квартале идет прирост.

Также можно увидеть, что в 2021-2023 г.г. ситуация не изменилась (рисунки 13-15).

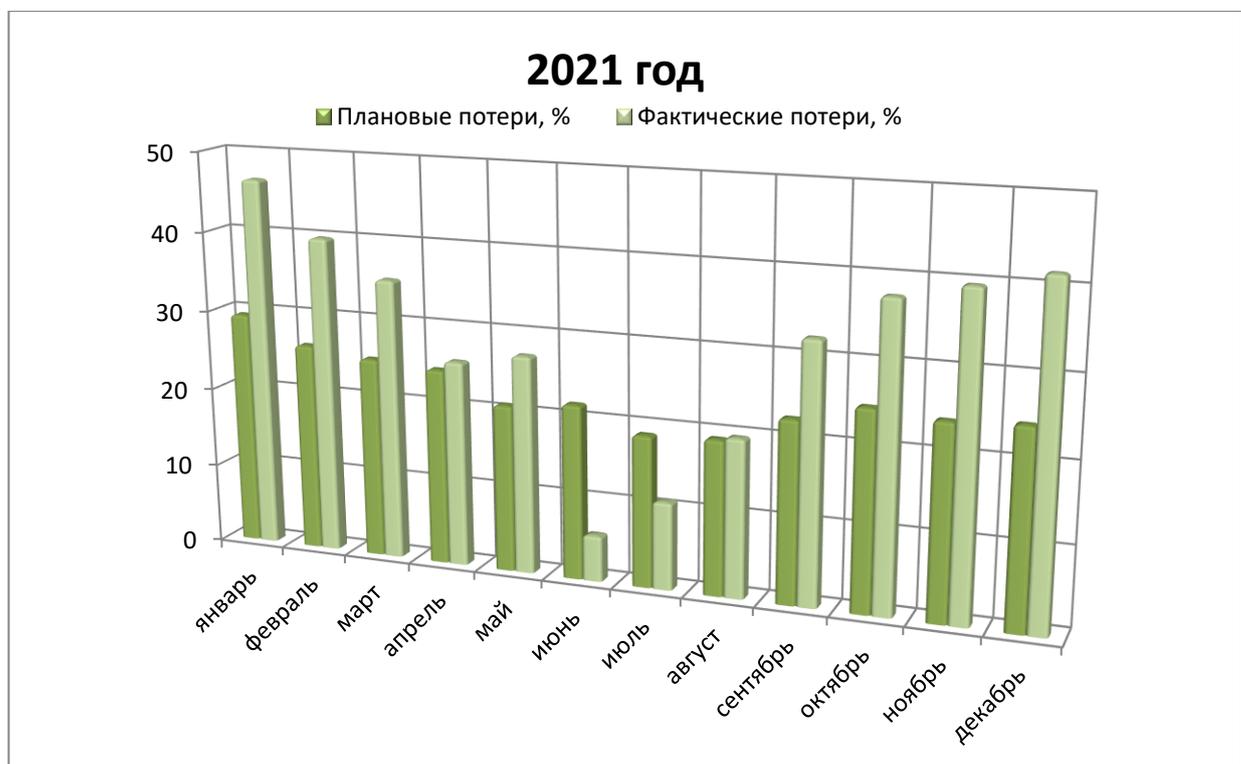


Рисунок 12 – Потери ПС №2, 2021 г.

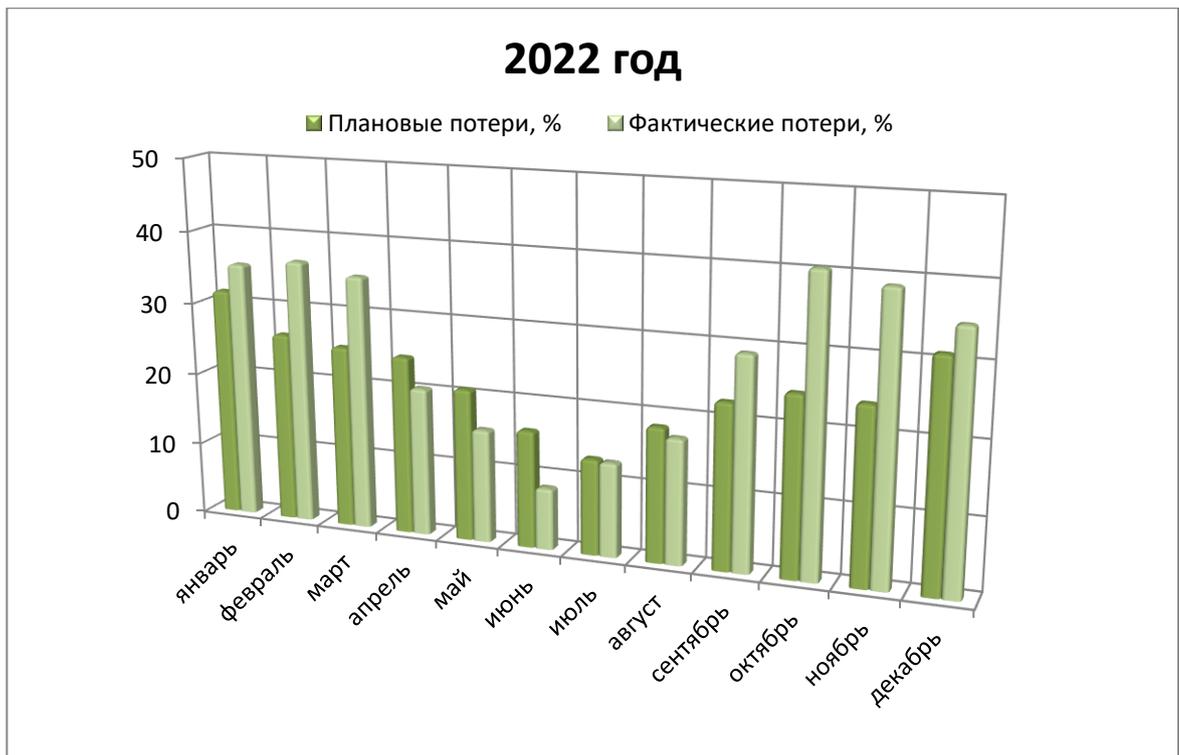


Рисунок 13 – Потери ПС №2, 2022 г.

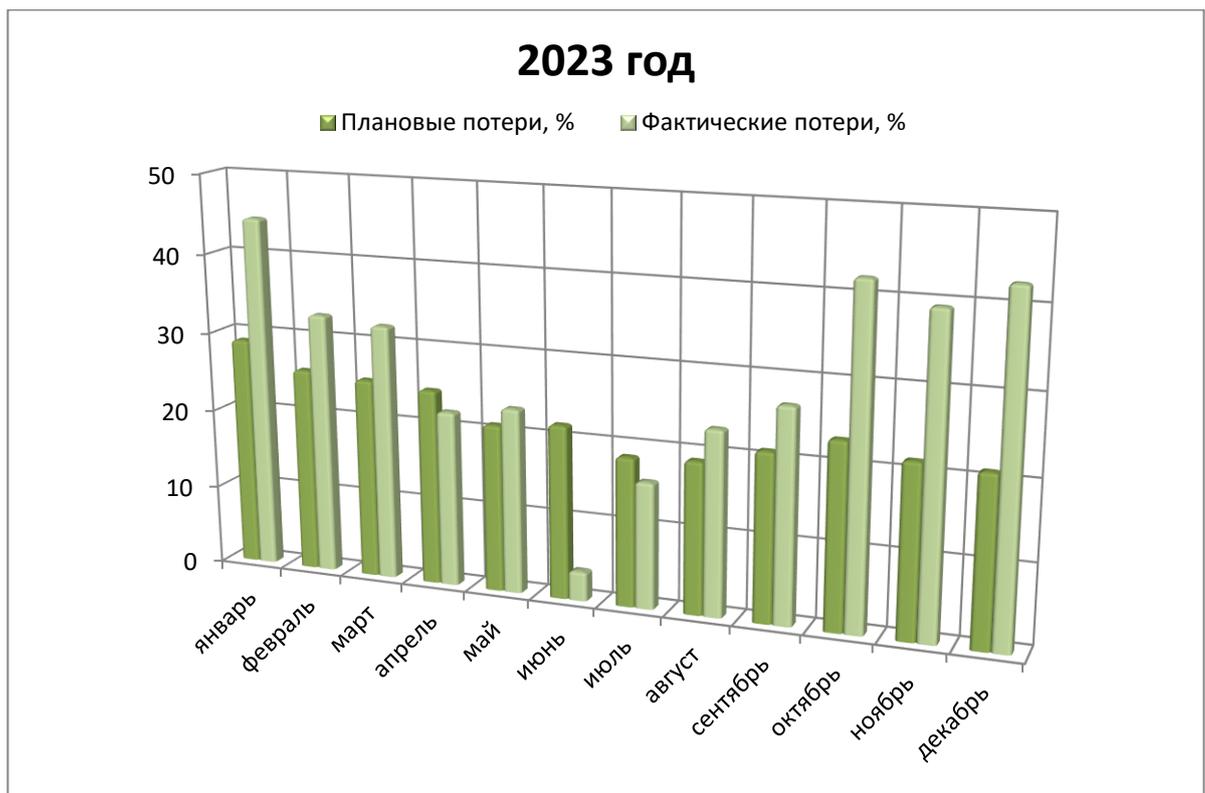


Рисунок 14 – Потери ПС №2, 2023 г.

На рисунке 15 представлены коммерческие потери за период 2018-2023 г.г., из которого можно сделать вывод, что в зимний период преобладает недоучет электроэнергии.

Это может быть из-за хищения электрической энергии связанного с увеличением нагрузки в холодное время года, преимущественно у бытовых потребителей.



Рисунок 15 – Потери ПС №2, 2018-2023 г.г.

На I и IV кварталы приходится наибольшее количество коммерческих потерь 38% и 47% соответственно, что можно увидеть на рисунке 15.

Используя данные выделенные в таблицы 9-14. Проведем детальную оценку изменения коммерческих потерь и анализа причин их возникновения по месяцам в течение шести лет. Результаты представлены на рисунках 16-21.

Таблица 9 – Потери электроэнергии за январь 2018-2023 г.г.

Отчетный период/ Показатель	Фактические потери, %	Плановые потери, %	Отклонение, %
2018	43,2	29,1	14,1
2019	43,5	27,1	16,4
2020	40,1	29,5	10,5
2021	46,6	29,5	17,2
2022	35,5	28,7	6,9
2023	44,6	29	15,6

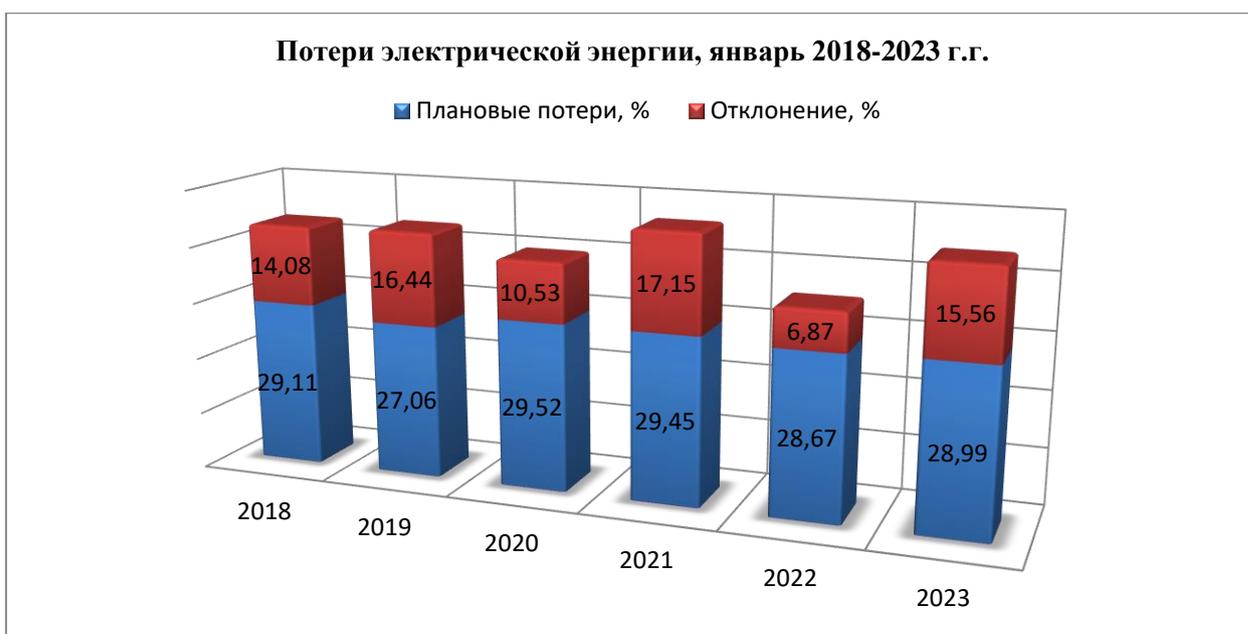


Рисунок 16 – Потери электроэнергии на ПС №2, январь 2018-2023 г.г.

В связи с произведенными работами в ноябре 2021 по выносу приборов учета на границу балансовой принадлежности у части потребителей, в январе 2022 года существенно снизились коммерческие потери. Но из-за участвовавших хищениями электроэнергии в январе 2023 года происходит рост потерь.

Таблица 10 – Потери электроэнергии за февраль 2018-2023 г.г.

Отчетный период/ Показатель	Фактические потери, %	Плановые потери, %	Отклонение, %
2018	49,4	23,9	25,5
2019	45,4	23,5	21,9
2020	41,9	26,3	15,6
2021	39,9	26,2	13,7
2022	36,5	26,2	10,3
2023	33	25,8	7,2

Из рисунка 17 видно, что к 2023 году потери в феврале снизились в 3,5 раза (с 25,5% до 7,2%).



Рисунок 17 – Потери электроэнергии на ПС №2, февраль 2018-2023 г.г.

Таблица 11 – Потери электроэнергии за март 2018-2023 г.г.

Отчетный период/ Показатель	Фактические потери, %	Плановые потери, %	Отклонение, %
2018	45,8	26,1	19,7
2019	41,7	25,5	16,2
2020	41,9	25,3	16,6
2021	35,3	25,2	10,1
2022	35,1	25,2	9,9
2023	32,2	25,2	7

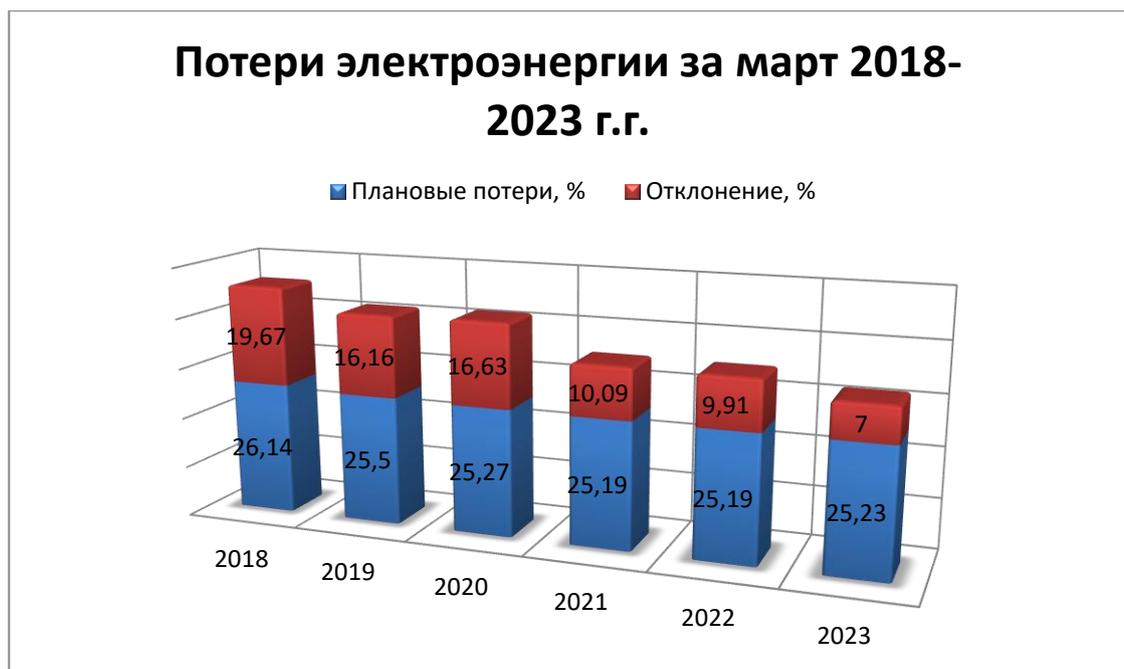


Рисунок 18 – Потери электроэнергии на ПС №2, март 2018-2023 г.г.

В марте наблюдается схожая тенденция уменьшение коммерческих потерь, как и в феврале.

Таблица 12 – Потери электроэнергии за октябрь 2018-2023 г.г.

Отчетный период/ Показатель	Фактические потери, %	Плановые потери, %	Отклонение, %
2018	39,3	26,9	12,3
2019	37	24,9	12,1
2020	41,7	25	16,7
2021	37,8	24,9	12,9
2022	40,6	24,7	15,9
2023	42,2	23,3	18,8

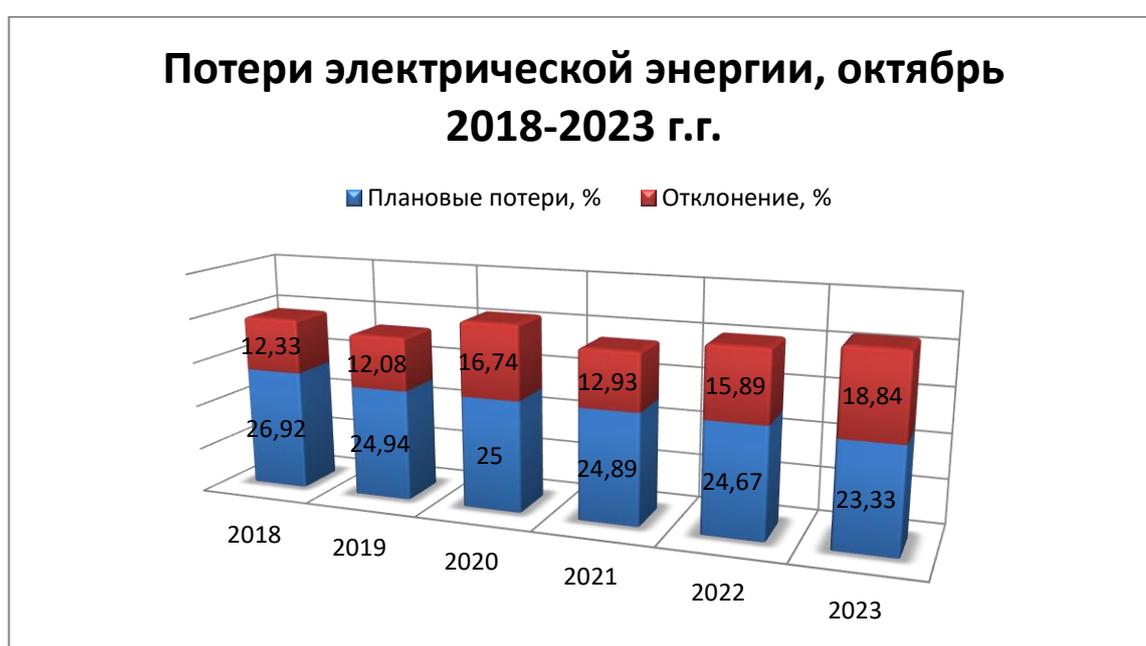


Рисунок 19 – Потери электроэнергии на ПС №2, октябрь 2018-2023 г.г.

В октябре наблюдается в целом стабильно высокое положение величины коммерческих потерь, с незначительными изменениями в течение анализируемого периода.

Таблица 13 – Потери электроэнергии за ноябрь 2018-2023 г.г.

Отчетный период/ Показатель	Фактические потери, %	Плановые потери, %	Отклонение, %
2018	45,5	27,4	18,1
2019	43,1	24,9	18,2
2020	42,6	24,3	18,4
2021	39,7	24,2	15,5
2022	39	24,2	14,9
2023	39,5	21,7	17,8

## Потери электрической энергии, ноябрь 2018-2023 г.г.

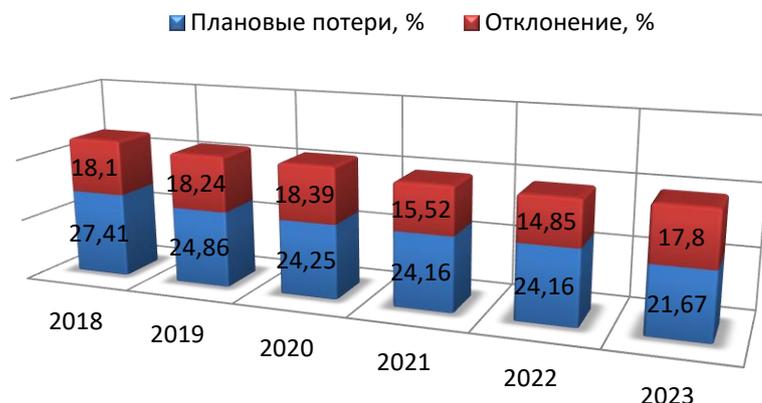


Рисунок 20 – Потери электроэнергии на ПС №2, ноябрь 2018-2023 г.г.

В ноябре 2021 года коммерческие потери снизились на 3% и оставшиеся года оставались на том же уровне.

Таблица 14 – Потери электроэнергии за декабрь 2018-2023 г.г.

Отчетный период/ Показатель	Фактические потери, %	Плановые потери, %	Отклонение, %
2018	45,09	30,57	14,52
2019	49,78	25,16	24,62
2020	44,72	24,51	20,21
2021	41,60	24,55	17,05
2022	34,97	23,41	11,56
2023	42,62	21,24	21,38

## Потери электрической энергии, декабрь 2011-2016 г.г.



Рисунок 21 – Потери электроэнергии на ПС №2, декабрь 2018-2023 г.г.

В декабре можно увидеть максимальные коммерческие потери по ПС (24,6%). На 2022 год благодаря мероприятиям по снижению коммерческих потерь можно наблюдать их снижение, но в 2023 году потери достигают 21,4%.

При анализе потерь по сезонам видно, что в летний период происходит снижение фактических потерь при возрастании доли нагрузки.

Из-за отопительного сезона можно увидеть слабую коррелированность фактических потерь с отпуском электроэнергии в сеть вызванных коммерческими потерями.

Из результатов анализа можно увидеть, что коммерческие потери имеют определенную зависимость и сезонный характер. Этому свидетельствует высокий уровень потерь с октября по апрель включительно, сильное снижение потерь с апреля по июнь, а так же медленный рост потерь с июля, достигающий своего максимума в декабре.

В таблице 15 можно увидеть данные о фактических потерях в зависимости от уровня напряжения, требующиеся для оценки структуры коммерческих потерь.

Таблица 15 – Потери электроэнергии ПС №2, кВт

Уровень напряжения \ Год	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ВН	1273,4	1437,5	1242,8	1190,7	1185,1	1131,9
СН	1618,8	1869,6	1792,5	1821,9	1758,7	1196,8
НН	27970,8	30252,3	27471,5	24279,3	20433,4	2739,6

Полученные данные представим в виде диаграмм (рисунок 22).

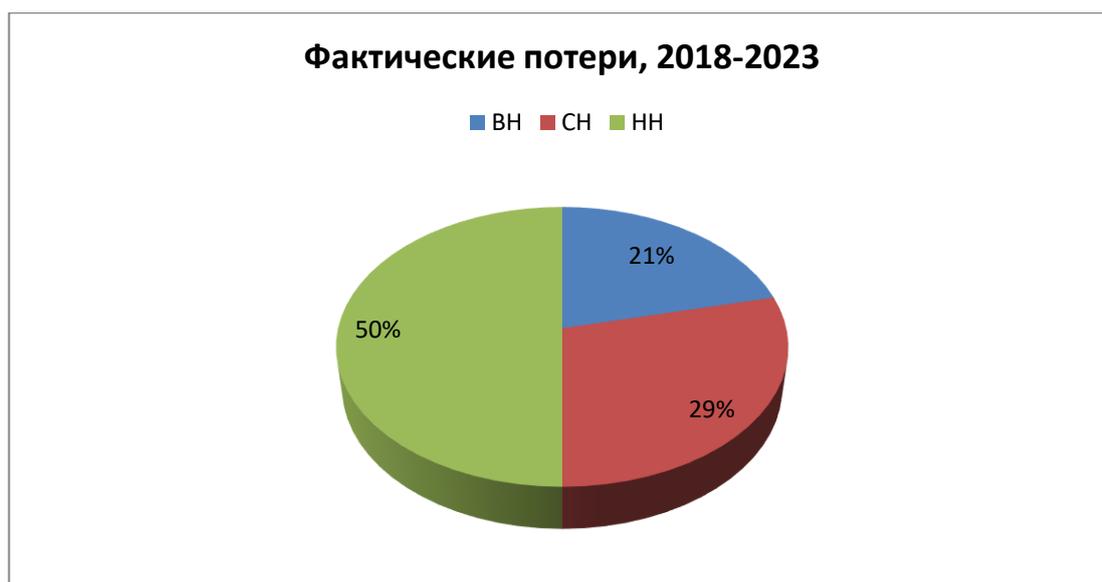


Рисунок 22 – Потери ПС №2

Очевидно, что преимущественно фактические потери на подстанции приходятся на сети 0,4 кВ.

Хищением электроэнергии в большинстве своем занимаются бытовые потребители, но так же в меньшей степени хищением электроэнергии занимаются промышленные и торговые предприятия, что можно наблюдать на рисунке 23.



Рисунок 23 – Структура коммерческих потерь

Можно сделать вывод, что 55% коммерческих потерь составляют хищения. При этом из рисунков 18-23 можно наблюдать, что в холодное время года объемы хищений возрастают из-за того, что на отопление расходуется часть не учитываемой электроэнергии.

Коммерческие потери, вызванные несанкционированным потреблением электроэнергии, являются самой большой составляющей суммарных коммерческих потерь. Они обусловлены ростом тарифов, низким уровнем платежеспособности населения, отсутствием соответствующей законодательной базы, несовершенством средств учета, и, как следствие, их незащищенностью от несанкционированного воздействия с целью хищения электрической энергии.

Для снижения коммерческих потерь в электрических сетях ПС №2, будут представлены мероприятия и главные направления для их снижения.

### 3 Мероприятия по снижению коммерческих потерь

Главным направлением по снижению коммерческих потерь в электрических сетях следует выбрать борьбу с хищением электрической энергии.

Для снижения коммерческих потерь можно применить следующие мероприятия:

- выделение средств и материальных ресурсов для приобретения необходимого оборудования;
- введение дополнительной штатной единицы – контролер по работе с юридическими лицами;
- организация рейдов по обнаружению фактов хищения электрической энергии;
- разработка системы стимулирования и материального поощрения контролеров за выявление фактов хищения;
- введение системы учета с дистанционной передачей данных.

Далее рассмотрим подробнее каждое из мероприятий:

1. Выделение средств и материальных ресурсов для необходимого оборудования.

Для эффективного выявления фактов хищения электроэнергии должна быть группа рабочих, состоящая из трех контролеров и одного электромонтера по эксплуатации электросчетчиков, это поможет эффективней следить за транспортировкой электроэнергии.

В настоящее время контролеры в своей трудовой деятельности используют отвертку крестовую изолирующую, указатель скрытой проводки, плоскогубцы изолирующие, кусачки боковые и т.д.

Для безопасного выявления фактов хищения электроэнергии требуется наличие профессиональных приборов и инструментов их перечень можно увидеть в таблице 16. Цены за единицу оборудования взяты с сайтов компаний «ЭТК Оникс» и «Радар»

Таблица 16 – Перечень оборудования

Наименование прибора	Индикатор-отвертка	Указатель напряжения	Указатель скрытой проводки	Электроизмерительные клещи	Мультиметр цифровой	Итого
Марка	ИНО-500	ЭЛИН-1 СЗ ИП-М	УСП-1	K4575A	Fluke 15B	
Количество, шт.	4	2	2	2	1	
Цена за штуку, руб.	1056	1896	8 580	10918	17990	
Общая цена, руб.	4224	3792	17160	21836	17990	65002

Из таблицы 16 видно, что общая сумма необходимая на оборудование составила 65 тысяч 2 рубля, что является незначительной долей затрат по сравнению с объемом хищений и как следствия объемом коммерческих потерь.

2. Введение дополнительной штатной единицы – контролер по работе с юридическими лицами.

Из анализа коммерческих потерь можно увидеть, что не только граждане-потребители занимаются хищением электроэнергии, но и малый и средний бизнес не всегда может справиться с ростом тарифов и некоторые из них начинают заниматься хищением электроэнергии.

Из чего следует, что в штат необходимо набрать новый персонал по работе с юридическими лицами.

В должностные обязанности инспектора по работе с юридическими лицами будет входить:

- контроль над состоянием и работой приборов учета, в том числе ежемесячный осмотр с занесением нарушений в журнал замечаний;
- обслуживание потребителей электроэнергии (юридических лиц), в частности опломбировка приборов учета;
- отслеживание вновь вводимых объектов и их приемка с оформлением акта-допуска в эксплуатацию;
- выявление случаев без учетного пользования электроэнергией у юридических лиц;
- проведение расчетов при нарушении учета электроэнергии;
- снятие показаний электросчетчиков ежемесячно.

В таблице 17 представлен средний ежемесячный оклад контролера по транспортировке электроэнергии из чего мы можем узнать ежегодные затраты на оплату труда.

Таблица 17 – Расчет затрат на оплату труда

<b>Структурное подразделение</b>	<b>ПТО</b>
Должность	Контролер по работе с юр.лицами
Оклад, руб.	25000
Надбавки (районный коэффициент, надбавка за стаж работы), руб.	15000
Премия (15%), руб.	3750
Итого, руб.	43750

Таким образом, при ежегодном оплачиваемом отпуске в 36 дней, в среднем годовой фонд оплаты труда на данного работника составит 546 тысяч 875 рублей.

3. Организация рейдов по обнаружению фактов хищения электрической энергии.

Первым этапом данного мероприятия является подготовка к рейду.

Правильно проведенная подготовка к рейду включает:

- проводимый анализ потребления и оплат, наличие газа/эл.плиты и др.
- анализ данных работы контролеров, которые при обходе фиксируют предполагаемые нарушения и способы хищения, записывают жалобы и наводки потребителей;

- выбор даты рейда;

- создание рейдовой бригады, которая должна состоять не менее чем из трех человек;

- подготовка и обучение персонала безопасным методам и приемам работы.

Оснащение бригады для рейда включает в себя: средства индивидуальной защиты, средства связи, приборы учета и фотоаппарат для фиксации фактов хищения.

Следующий этап это обследование абонентов.

Во время рейда работники должны корректно представиться и получить разрешение на осмотр и проверку электроустановки и приборов учета. Так же в это время должен происходить осмотр кабелей и внешней проводки, а так же наблюдение за действиями людей во дворе, так как большое количество абонентов пытаются скрыть факт хищения. Если же потребитель не дает разрешение на осмотр прибора учета, этот факт фиксируется в ведомости и бригада переходит к другому абоненту

В случае если бригада допускается к системе учета, при проверке устанавливаются:

- показания прибора учета;

- правильность фазировки;

- наличие опломбировки;

- состояние внутренних электропроводок и вводного устройства.

Если в результате проверки обнаружен факт без учётного пользования электроэнергией или вмешательство в работу прибора учёта – составляется акт строгой отчётности установленного образца. После проведения рейда, бригадир заполняет журнал замечаний, информация из которого, в дальнейшем принимается в работу.

Из Правил пользования электрической энергией для населения п. 53, п. 35 отключение потребителей должно производиться в кратчайшие сроки.

После того как потребитель оплатит задолженность за электроэнергию, должны проводиться мероприятия для исключения возможности хищения в будущем после чего должен быть составлен акт, об устранении нарушений.

Данное мероприятие является исключительно организационным и не требует материальных вложений.

4. Усовершенствование системы стимулирования и материального поощрения контролеров за выявление фактов хищения.

На данный момент сотрудник получает 15% от размера выставленного общего платежа, но эта сумма не может быть выше месячного оклада, это прописано в действующем стандарте организации материальном стимулировании работников за снижение потерь электрической энергии.

Для примера произведем расчеты для выставленного счета в 5000 руб., размер премии, за вычетом подоходного налога составит 652,5 руб., в 40000 руб. – 5220 руб., в 100000 руб. – 13050 руб.

Из чего можно сделать вывод, что при премии, которая не может превышать один оклад, работник не имеет большой заинтересованности в выявлении фактов хищения электроэнергии на маленькие суммы.

В данном случае рекомендуется реформировать систему материального стимулирования в виде премий, это позволит заинтересовать персонал на получение высоких показателей выявления хищений электрической энергии.

Из выше предложенного мероприятия предполагается разделение всех сэкономленных денежных средств на две равные части. Одна из частей будет направлена на стимулирование сотрудников с помощью премий, при этом выплата не будет ограничиваться окладом. Вторая же часть будет направлена на приобретение оборудования для предприятия.

В таблице 18 представлена рекомендованная система премирования для работников на основании разработанных условий.

Таблица 18 – Механизм формирования премиального фонда за выявление безучетного/бездоговорного потребления электроэнергии

Наименование	Размер суммы выставленной в общем платеже, руб.	Процент премии
Значение показателя	до 10000	30%
	10001-50000	20%
	Свыше 50000	15%

Из таблицы 18 можно увидеть, что предприятие сможет выплачивать сотруднику большую премию за большие выставленные платежи. Для примера возьмем суммы общих платежей, как и в действующей системе премиальных выплат: при выставленном счете в 5000 руб., размер премии составит 1305 руб., при 40000 руб. – 6960 руб., при 100000 руб. – 13050 руб.

На рисунке 24 мы можем наглядно увидеть разницу между действующей и рекомендованной системой премий.

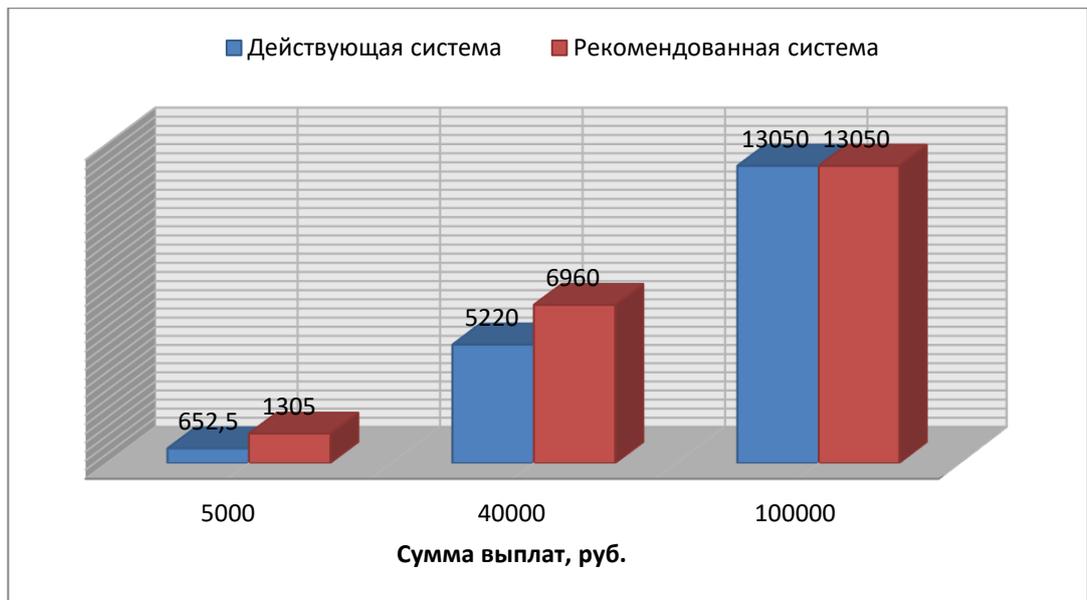


Рисунок 24 – Сравнение систем премирования

Из выше сказанного можно сделать вывод, что благодаря рекомендованному формированию премиального фонда, который зависит обратно пропорционально от суммы, выставленной в акте, позволит увеличить сумму источников выплаты премии.

## 5. Введение системы учета с дистанционной передачей данных.

С помощью автоматизированных систем учета с дистанционной передачей информации, так же можно уменьшить количество хищений электроэнергии. Для многоквартирных домов рекомендуется использование системы АСКУЭ, что поможет уменьшить количество коммерческих потерь. В данной работе будем использовать приборы учета фирмы МИРТЭК с автоматической передачей показаний. Цены за единицу оборудования были взяты с сайтов компаний «ТехЭнКом» и «Digital Angel».

В таблице 19 был представлен расчет финансовых вложений на реализацию данного мероприятия.

Таблица 19 – Расчет затрат на реализацию мероприятия

Наименование	Электроомонтажные работы	Счетчик МИРТЕК	GSM-модем	Модуль сбора и передачи данных МИРТ-851	Программированное электросчетчика
Единица измерения	1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.	1 шт.
Количество, шт./м	2	18	2	2	18
Стоимость единицы, руб.	65000	11302	4500	95948	1500
Общая стоимость, руб.	130000	203436	9000	191896	27000
Итого, руб.					567332

Материальные вложения нужные для проведения мероприятия на ПС №2 составили 218400 рублей.

Это позволит, как быстрее выявлять факты хищения, но также отключать потребителей от сети дистанционно.

Для уменьшения коммерческих потерь рекомендуется использование данного перечня мероприятий по снижению коммерческих потерь, но он не является исчерпывающим.

Чтобы узнать оценку прогнозируемых результатов в электросетевой организации, нужно провести сравнительный анализ потерь до и после проведения мероприятий, данные для этого приведены в таблице 18.

Таблица 20 – Данные для сравнительного анализа коммерческих потерь ПС №2

Месяц	Показатель	До внедрения мероприятий	После внедрения мероприятий
1	2	3	4
Январь	Фактические потери, кВт	38697	27088
	Фактические потери, %	44,6	31,2
	Плановые потери, %	29	29
	Отклонение, %	15,6	2,2
Февраль	Фактические потери, кВт	25458	22912
	Фактические потери, %	33	26,4
	Плановые потери, %	25,8	25,8
	Отклонение, %	7,2	0,6
Март	Фактические потери, кВт	21793	17434
	Фактические потери, %	32,2	25,8
	Плановые потери, %	25,2	25,2
	Отклонение, %	7,00	0,6
Апрель	Фактические потери, кВт	11011	8809
	Фактические потери, %	22,2	17,7
	Плановые потери, %	24,7	24,7
	Отклонение, %	-2,5	-7
Май	Фактические потери, кВт	10839	5419
	Фактические потери, %	23,3	11,7
	Плановые потери, %	21,1	21,1
	Отклонение, %	2,3	-9,4
Июнь	Фактические потери, кВт	1301	650
	Фактические потери, %	3,7	1,9
	Плановые потери, %	21,9	21,9
	Отклонение, %	-18,2	-20
Июль	Фактические потери, кВт	5621	2810
	Фактические потери, %	15,9	8
	Плановые потери, %	18,7	18,7
	Отклонение, %	-2,8	-10,8
Август	Фактические потери, кВт	8582	6008
	Фактические потери, %	23,2	16,3
	Плановые потери, %	19,1	19,1
	Отклонение, %	4,1	-2,9
Сентябрь	Фактические потери, кВт	11204	8963
	Фактические потери, %	26,8	21,5
	Плановые потери, %	21,1	21,1
	Отклонение, %	5,7	0,3
Октябрь	Фактические потери, кВт	27114	16268
	Фактические потери, %	42,2	25,3
	Плановые потери, %	23,3	23,3
	Отклонение, %	18,8	2

Окончание таблицы 20

1	2	3	4
Ноябрь	Фактические потери, кВт	28245	19771
	Фактические потери, %	39,5	27,6
	Плановые потери, %	21,7	21,7
	Отклонение, %	17,8	6
Декабрь	Фактические потери, кВт	32642	21381
	Фактические потери, %	42,6	27,9
	Плановые потери, %	21,2	21,2
	Отклонение, %	21,4	6,7

График изменения фактических потерь до и после внедрения мероприятий по их снижению представлен на рисунке 25.

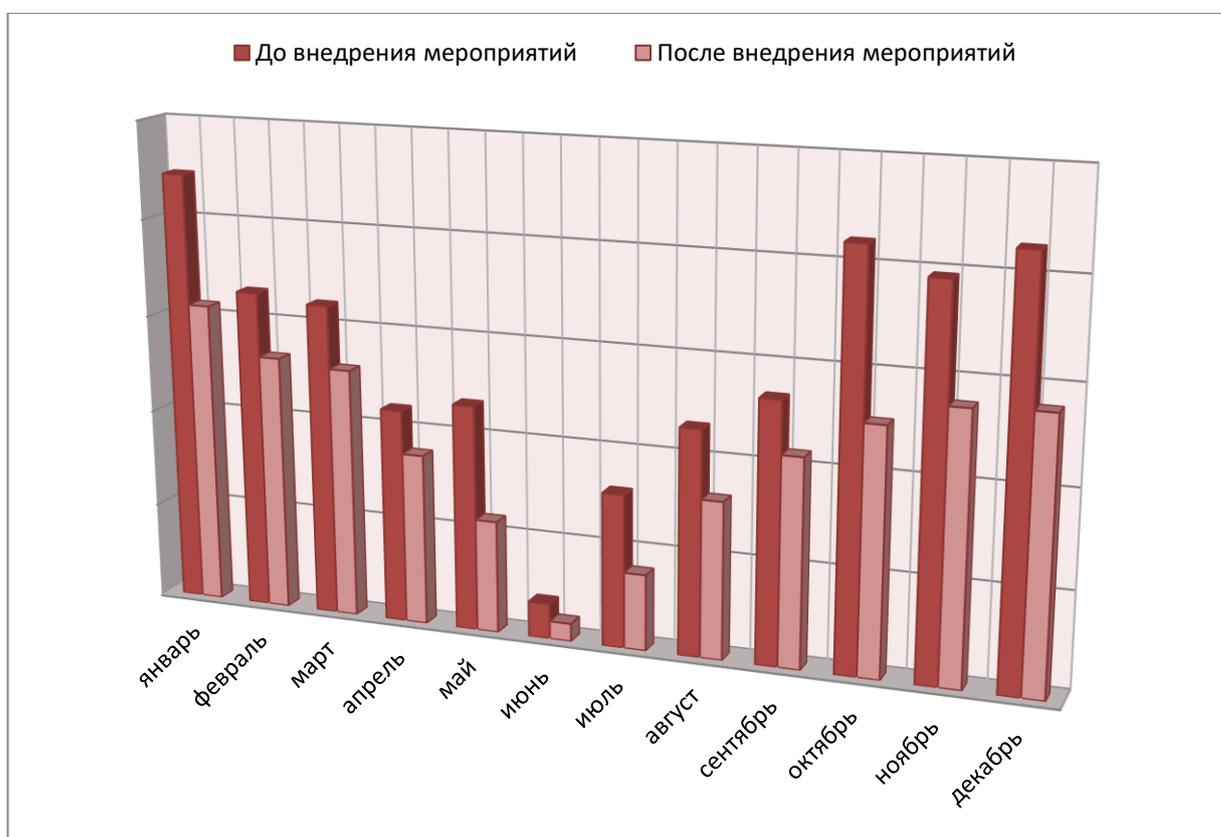


Рисунок 25 – Фактические потери

Фактические потери снизятся примерно на 10 %, из-за уменьшения коммерческих потерь.

На рисунке 26, мы видим график величин коммерческих потерь до и после внедрения мероприятий.

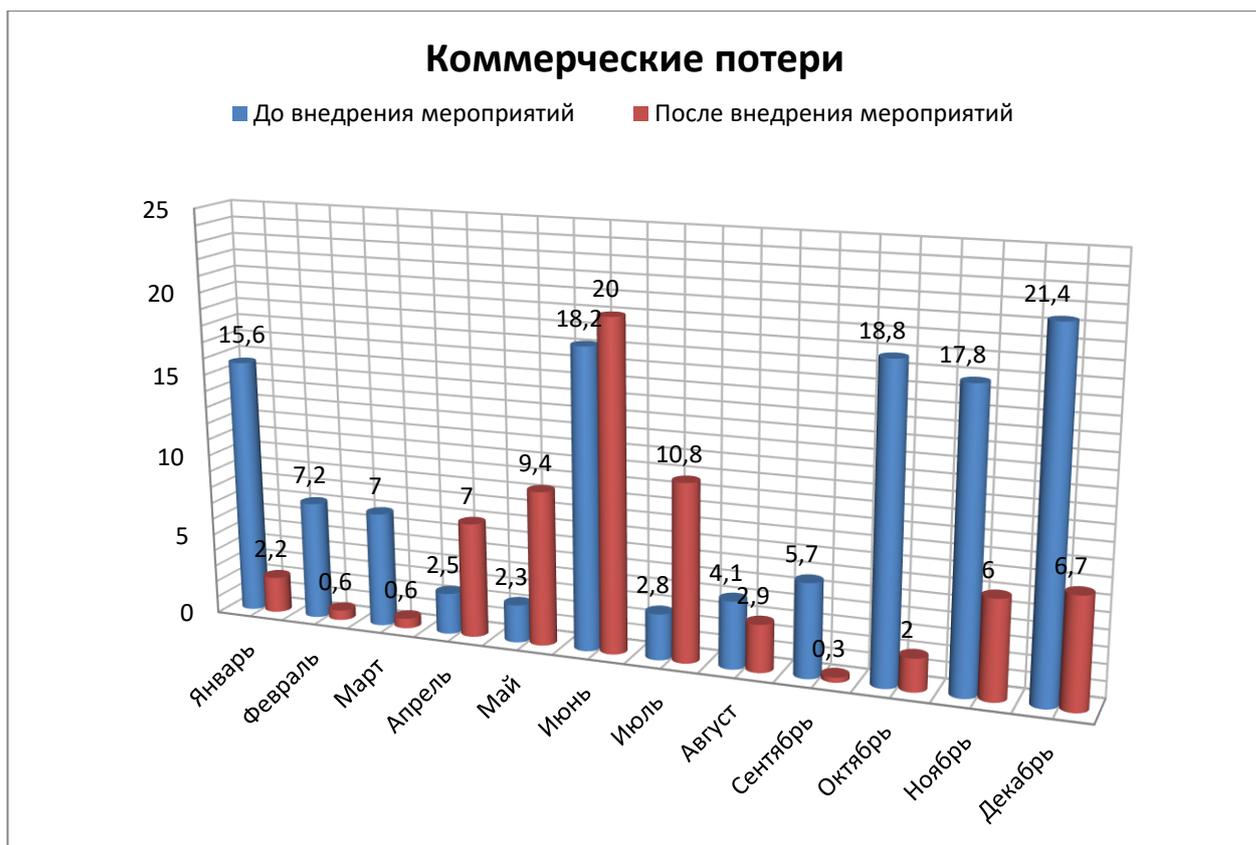


Рисунок 26 – Изменение уровня коммерческих потерь

Мероприятия, проведенные по борьбе с хищениями, эффективно работают из-за этого коммерческие потери, снизились примерно в 5 раз, особенно хорошо это можно увидеть в холодное время года, где в январе коммерческие потери снизились на 13,4%, в феврале на 6,6%, а в декабре на 14,7%.

Рекомендуемые мероприятия, требуют финансовых вложений для этого, рассчитаем срок окупаемости и их экономический эффект.

В таблице 21 представлен расчет прогнозируемой прибыли, для этого воспользуемся данными из нормативных актов о тарифе на электроэнергию для Республики Хакасия за 2024 год, который составляет на первое полугодие 2,67 за кВт, на второе полугодие 2,89 за кВт.

Таблица 21 – Расчет прогнозируемой прибыли

Период	Коммерческие потери до внедрения мероприятий		Коммерческие потери после внедрения мероприятий		Прибыль от снижения коммерческих потерь, руб. в руб.
	кВт	руб.	кВт	руб.	
Январь	кВт	135165	кВт	96465	72328
	руб.	360891	руб.	257563	
Февраль	кВт	55510	кВт	4601	95149
	руб.	148213	руб.	12285	
Март	кВт	47338	кВт	3746	81473
	руб.	126393	руб.	10003	
Апрель	кВт	-	кВт	-	-
	руб.	-	руб.	-	
Май	кВт	10541	кВт	-	28145
	руб.	28145	руб.	-	
Июнь	кВт	-	кВт	-	-
	руб.	-	руб.	-	
Июль	кВт	-	кВт	-	-
	руб.	-	руб.	-	
Август	кВт	15196	кВт	-	43917
	руб.	43917	руб.	-	
Сентябрь	кВт	23733	кВт	1320	45341
	руб.	68589	руб.	3815	
Октябрь	кВт	121128	кВт	12678	219394
	руб.	350061	руб.	36641	
Ноябрь	кВт	127395	кВт	42648	171441
	руб.	368171	руб.	123254	
Декабрь	кВт	163761	кВт	51136	227841
	руб.	473270	руб.	147783	
Итого за год					985029

Рассчитаем сроки окупаемости комплекса мероприятий проведенных для снижения коммерческих потерь, по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\mathcal{Э}}, \quad (1)$$

где  $K$  - затраты на внедрение мероприятий, руб.;

$\mathcal{Э}$  – годовой экономический эффект, руб.

Воспользовавшись формулой 1, найдем срок окупаемости внедрения выработанных мероприятий:

$$T_{\text{ок}} = \frac{632334}{985029} = 0,64 \text{ года}$$

Из выше рассчитанной формулы можно увидеть, что за 7 месяцев и 21 день, окупятся все рекомендованные мероприятия.

В заключении стоит отметить, что только комплекс мероприятий позволит начать снижение коммерческих потерь, а по отдельности рекомендуемые мероприятия не помогут решить эту проблему в полной мере из-за чего количество коммерческих потерь не измениться.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поставленная в работе цель, заключающаяся в анализе структуры и оценке коммерческих потерь, достигнута, задачи решены в полном объеме в соответствии с выданным заданием.

В работе использовался метод комплексного исследования коммерческих потерь в электрических сетях, заключающийся в:

- анализе динамики реализации электрической энергии с разделением ее на отпуск электроэнергии в сеть и отпуск потребителям;
- сопоставлении динамики фактических потерь и нормативных потерь с динамикой отпуска электроэнергии в сеть;
- анализе и оценке структуры коммерческих потерь в динамике;
- выявлением «очагов» повышенных коммерческих потерь по всем их составляющим с детальным анализом.

Из выше изложенного была выбрана подстанция, питающая потребителей ПС №2, так как она имеет самые большие коммерческие потери за 2018-2023 г.г. В ходе анализа было видно, как изменяются фактические и плановые потери на графиках в динамике по годам и месяцам, так же было видно, как изменяются коммерческие потери по уровням напряжения, определено распределение коммерческих потерь по их структурным составляющим и выделены приоритетные направления в области снижения коммерческих потерь.

Результатом выполнения ВКР явился комплекс мероприятий по снижению коммерческих потерь для районных электрических сетей Республики Хакасия.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Броевская, Н. А. Об учете и нормировании потерь электрической энергии в электрических сетях в условиях реструктуризации отрасли / Н. А. Броевская // Энергетик, 2007. – № 9. – С.16–19.
- 2 Воротницкий, В. Э. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях энергоснабжающих организаций / В. Э. Воротницкий, М. А. Калинкина, В. Н. Апрыткин // Энергосбережение, 2009. – № 3. – С. 53–56.
- 3 Воротницкий, В. Э. Методы и средства расчета, анализа и снижения потерь электрической энергии при ее передаче по электрическим сетям [Текст] : учебное пособие / В. Э. Воротницкий, С. В. Заслонов, М. А. Калинкина. – М. : НЦ ЭНАС, 2007. – 167 с.
- 4 Воротницкий, В. Э. Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях. Динамика, структура, методы анализа и мероприятия / В. Э. Воротницкий, М. А. Калинкина, Е. В. Комкова, В. И. Пятигор // Энергосбережение, 2005. – № 2. – С. 90-94.
- 5 Галыгина, О. С. О некоторых аспектах учета и потерь электроэнергии в предприятиях электросетей / О. С. Галыгина, В.Ф. Заугольников // Энергетик, 2008. – № 5. – С.19–21.
- 6 Железко, Ю. С. Расчет технологических потерь электроэнергии в электрических сетях / Ю. С. Железко, А. В. Артемьев, О. В. Савченко // Энергетик, 2007. – № 2. – С. 29–30.
- 7 Загорский, Я. Т. Границы погрешности измерений при расчетном и техническом учете электроэнергии / Я. Т. Загорский, Е. В. Комкова // Электричество, 2011. – № 8. – С. 14–17.
- 8 Заслонов, С. В. Расчет технических потерь мощности и электроэнергии в распределительных сетях 0,38—10 кВ / С. В. Заслонов // Энергетик, 2012. – № 7. – С. 21–23.
- 9 Коммерческие потери электроэнергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.e-m.ru/er/2007-05/23213/> (дата обращения: 8.05.2024).
- 10 Коммерческие потери электроэнергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.alfar.ru/smart/3/757> (дата обращения: 8.05.2024).
- 11 Коммерческие потери электроэнергии в электрических сетях [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.news.elteh.ru/arh/2002/16/09.php> (дата обращения: 14.05.2024).
- 12 Курбацкий, В. Г. Анализ потерь энергии в электрических сетях на базе современных алгоритмов искусственного интеллекта / В. Г. Курбацкий // Электричество, 2007. – № 4. – С. 12–13.
- 12 Каталог электротехнического оборудования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://sibecoprom.ru/> (дата обращения: 16.05.2024).

13 Лисицын, Н. В. Анализ динамики потребления электроэнергии в России за 1990–2006 гг. / Н. В. Лисицын // Энергетик, 2007. – № 1. – С. 3–7.

14 Методология энергетических обследований электрических сетей [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.energo/load/metodiki/metodologija\\_energeticheskikh\\_obsledovaniy\\_elektricheskikh\\_setej](http://www.energo/load/metodiki/metodologija_energeticheskikh_obsledovaniy_elektricheskikh_setej) (дата обращения: 14.05.2024).

15 О коммерческих потерях в электрических сетях [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.si-electro.ru/article/4/126/> (дата обращения: 16.05.2024).

16 О потерях электроэнергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.energobit.net/poter.html> (дата обращения: 16.05.2024).

17 О способах хищения электроэнергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.101-sposob-hishcheniya-elektroenergii.html> (дата обращения: 20.05.2024).

18 Постановление правительства РФ от 03.05.2024 № 562 «Об основных положениях функционирования розничных рынков электрической энергии» // Собрание законодательства РФ. – 23.01.2012. – №4. – Ст.204.

19 Постановление Кабинета Министров РФ от 23.08.2016 № 591 «О правилах пользования электрической энергией для населения» // Собрание законодательства РФ. – 23.01.2012. – №7. – Ст.12.

20 Приказ Федеральной службы государственной статистики от 01.10.2012. № 509 «Сведения о производстве и распределении электрической энергии» // Собрание законодательства РФ. – 23.01.2012. – №23-Н. – Ст.17.2.

21 Савина, Н. В. Системный анализ потерь электроэнергии в электрических распределительных сетях [Текст] : учебное пособие / Н. В. Савина, Н. И. Воропай. – Новосибирск : Наука, 2008. – 228 с.

22 Собровина, А. Е. Снижение коммерческих потерь электроэнергии / А. Е. Собровина // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. XVI-XVII междунар. науч.-практ. конф., 2014. – № 10. – С.21-22.

23 Счетчики электроэнергии с автоматизированной передачей данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://mir-tek.by/produkcija/mirt-181/> (дата обращения: 21.05.2024).

24 Тарифы на электроэнергию нерегулируемые [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.khakensb.ru> (дата обращения: 21.05.2024).

25 Типовая инструкция по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении [Текст]. – М. : Издательство НИЦ ЭНАС, 2007. – 112 с.

26 Энергосбережение, коммерческие потери электроэнергии и их снижение [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.energosber18.ru> (дата обращения: 23.05.24).

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

«27» 06 2024 г.

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Анализ и оценка структуры коммерческих потерь электроэнергии и  
распределительных электрических сетях по Республике Хакасия

тема

Руководитель Дулесова 20.06.24 доцент каф. ЭЭ, к.э.н.  
подпись, дата должность, ученая степень

Н.В.Дулесова  
инициалы, фамилия

Выпускник Кузнецов 20.06.24  
подпись, дата

Д.Н.Кузнецов  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер Кычкова 24.06.24  
подпись, дата

И.А.Кычкова  
инициалы, фамилия

Абакан 2024