

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»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой
_____ А.В. Коловский
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2022г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02. «Электроэнергетика и электротехника»
код – наименование направления

Анализ эффективности внедрения автоматизированной системы
коммерческого учета электроэнергии по фидеру 84-09 ПС «Солнечная»
тема

Руководитель	_____	_____	Е.В. Платонова
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		Н.В. Галицкая
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтроллер	_____		И.А. Кычакова
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Абакан 2022

Студенту _____ Галицкой Наталье Владимировне

(фамилия, имя, отчество)

Группа (ХЭн 18–01) Направление (специальность) 13.03.02

номер

код

«Электроэнергетика и электротехника»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы: Анализ эффективности внедрения автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии по фидеру 84-09 ПС «Солнечная»

Утверждена приказом по институту № 211 от 15.04. 2022 г.

Руководитель ВКР Платонова Е.В., к.э.н. доцент кафедры «Электроэнергетика»
(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для ВКР Потери электроэнергии и стоимость их оплаты.

Перечень разделов ВКР:

Введение

1. Теоретическая часть

1.1 АСКУЭ и их применение в распределительных сетях

1.3 Информация по установке приборов учета

2. Аналитическая часть

2.1 Характеристика объекта

3. Анализ суммарных потерь и их оплаты

3.1 Динамика потерь электроэнергии в фидере 84-09 за 6 лет

3.2 Динамика оплаты электроэнергии

4. Анализ коммерческих потерь

4.1 Расчет технических потерь

4.2 Расчет коммерческих потерь

Заключение

Список использованных источников

Перечень графического материала:

1.Схема по фидеру 84-09 ПС «Солнечная»

2.Анализ потерь электроэнергии и стоимость их оплаты;

3.Анализ коммерческих потерь.

Руководитель ВКР

подпись

Е. В. Платонова
инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

Н.В. Галицкая
инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2022 г.

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа на тему «Анализ эффективности внедрения автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии по фидеру 84-09 ПС «Солнечная» содержит 43 страницы текстового документа, 15 таблиц, 20 рисунков, 25 использованных источников, 3 листа графического материала.

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ, КОММЕРЧЕСКИЕ ПОТЕРИ, АСКУЭ, СТОИМОСТЬ ОПЛАТ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

Актуальность выбранной темы заключается в необходимости разработки мероприятий по снижению коммерческих потерь в электрических сетях.

Объектом исследования являются потери электроэнергии по фидеру 84-09 ПС «Солнечная».

Цель работы заключается в анализе эффективности внедрения автоматизированной системы коммерческого учета в электрических сетях.

Цель достигается решением таких задач, как:

- выполнить анализ потерь в электрической сети;
- анализ стоимости оплат потерь;
- расчет технических потерь;
- выполнить оценку коммерческих потерь в электрической сети.

Применение данной системы позволяет снизить нагрузки на линии, борьба с потребителями жилых домов которые вовремя не передают показания электросчетчиков, а также изучение причины хищения электроэнергии.

ABSTRACT

Bachelor's thesis on the topic "Analysis of the effectiveness of the implementation of an automated system of commercial electricity metering for feeder 84-09 PS "Solnechnaya" contains pages of a text document, a table, a figure, 25 sources used, 3 sheets of graphic material.

ANALYSIS OF ELECTRICITY LOSSES, IMPLEMENTATION EFFICIENCY, COMMERCIAL LOSSES, ASKUE, COST OF ELECTRICITY PAYMENTS.

The relevance of the chosen topic lies in the need to develop measures to reduce commercial losses in electrical networks.

The object of the study is the loss of electricity through the feeder 84-09 PS " Solnechnaya ".

The purpose of the work is to analyze the effectiveness of the implementation of an automated system of commercial accounting in electrical networks.

The goal is achieved by solving such tasks as:

- perform an analysis of losses in the electrical network;
- analysis of the cost of loss payments;
- calculation of technical losses;
- perform an assessment of commercial losses in the electrical network.

The use of this system allows to reduce the load on the line, the fight against consumers of residential buildings who do not transmit the readings of electric meters in time, as well as the study of the cause of theft of electricity.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Теоретическая часть	8
1.1 АСКУЭ и их применение в распределительных сетях	8
1.2 Влияние АСКУЭ на снижение потерь электроэнергии	8
1.3 Информация по установке приборов учета	10
2 Аналитическая часть	12
2.1 Характеристика объекта	12
3 Анализ суммарных потерь и их оплаты	14
3.1 Динамика потерь электроэнергии в фидере 84-09 за 6 лет	16
3.2 Динамика оплаты электроэнергии	25
4 Анализ коммерческих потерь	34
4.1 Расчет технических потерь	34
4.2 Расчет коммерческих потерь	36
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	39
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	40

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.

Цель работы заключается в анализе эффективности внедрения АСКУЭ, анализ потерь до и после внедрения системы АСКУЭ, анализе коммерческих потерь.

Задачи выпускной квалификационной работы: выделить методические аспекты анализа и оценки коммерческих потерь в электрических сетях; выполнить анализ структуры потерь в электрической сети; анализ стоимости оплат потерь; расчет технических потерь; выполнить оценку коммерческих потерь в электрической сети.

Постоянный рост тарифов на электрическую энергию для населения является недоучет и, как следствие, рост потерь электроэнергии при передаче ее по сетям до конечного потребителя. Согласно современному законодательству, потери электроэнергии включаются в состав тарифа для конечного потребителя. Одним из возможных путей решения проблемы снижения потерь электроэнергии является внедрение современных систем для контроля и учета электроэнергии на всех этапах передачи ее до конечного потребителя.

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 АСКУЭ и их применение в распределительных сетях

Принцип работы АСКУЭ состоит в том, чтобы своевременно собирать данные по всем потребителям по напряжению и мощности. После этого автоматизированная программа обрабатывает всю собранную информацию, согласно которой и составляется подробный отчёт. Специалист в обязательном порядке проводит анализ, а также составляет прогноз на предстоящий период. Дальнейшая работа невозможна без изучения стоимости определённых параметров и вывода итоговой цены за потребляемую энергию. [19]

Первый этап внедрения заключается в определении вида связи и модели счетчика. К системам АСКУЭ выбрать счетчик не сложно:

- Счетчик должен иметь встроенный модем или цифровой интерфейс для подключения внешнего модема;
- Счетчик должен обеспечивать почасовой учет электроэнергии;
- Счетчик должен фиксировать параметры потребления;
- Счетчик должен хранить в памяти события по нарушению качества электроэнергии.

1.2 Влияние АСКУЭ на снижение потерь электроэнергии

Важным показателем технического состояния электрических сетей и уровня их эксплуатации является величина потерь электроэнергии и тенденции ее изменения. [14]

Общие потери электроэнергии можно считать удовлетворительными, при ее передаче и распределении в электрических сетях, если они не превышают 4–5 %. В России их показатель равен 11–13 %.

Факторы высокого уровня потерь электроэнергии в распределительных сетях энергосистем:

1. Технические параметры элементов сети;
2. Неоптимальные режимы работы;
3. Недостаток регулирующих средств;
4. Отсутствие или неудовлетворительная компенсация реактивной мощности;
5. Высокая неравномерность графиков электрических нагрузок;
6. Неэффективность систем учета электроэнергии;
7. Увеличение установленной мощности нелинейных и несимметричных нагрузок.

Фактические небалансы электроэнергии в распределительных сетях энергосистем часто превышают допустимые значения, иногда значительно. Их динамика по подстанциям, и по сетям характеризует случайность и стремление к увеличению. В связи с этим аппаратная реализации учета электроэнергии ведет к неопределенности исходной информации, используемой при расчете, анализе потерь электроэнергии. [3]

Фактические потери имеют четыре составляющие:

- технические потери электроэнергии, обусловленные физическими процессами, происходящими при передаче ее по электрическим сетям и выражающимися в преобразовании ее части в тепло в элементах сетей;
- расход электроэнергии на собственные нужды подстанции, необходимые для обеспечения работы технологического оборудования подстанций и жизнедеятельности обслуживающего персонала;
- потери электроэнергии, обусловленные инструментальными погрешностями ее измерения;
- коммерческие потери, обусловленные хищениями электроэнергии, несоответствием ее оплаты бытовыми потребителями показаниям счетчиков, задержкой платежей, неоплатой счетов и другими причинами в сфере организации контроля потребления энергии. Их значение определяют как разницу между фактическими и технологическими потерями.

Коммерческие потери делятся на четыре группы:

1. Потери из-за погрешностей системы учета электроэнергии;
2. Потери при выставлении счетов;
3. Потери из-за хищений электроэнергии;
4. Потери при востребовании оплаты.

На данный момент промышленные предприятия и коммунально-бытовые потребители ударными темпами увеличивают количество помехогенерирующего оборудования. На предприятиях – это повсеместная модернизация производства, т. е. внедрение передового оборудования: современных источников света, сварочных выпрямителей и частотных преобразователей. [5]

1.3 Информация по установке приборов учета

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

Приборы учета должны размещаться в доступных для обслуживания сухих помещениях.

Разрешается размещение приборов учета в неотапливаемых помещениях и коридорах распределительных устройств электростанций и подстанций, а также в шкафах наружной установки, но необходимо предусмотреть стационарное их утепление на зимнее время (установка утепляющих шкафов).

Приборы учета должны устанавливаться в шкафах, камерах комплектных распределительных устройств, на панелях, щитах, в нишах, на стенах, имеющих жесткую конструкцию. [20]

Конструкции и размеры шкафов, ниш, щитков и т.п. обязаны обеспечивать удобный доступ к приборам учета и трансформаторам тока. А также, должна обеспечиваться возможность удобной замены прибора учета.

Конструкция его крепления должна обеспечивать возможность установки и съема прибора учета с лицевой стороны.

Информацию по установке АСКУЭ по фидеру 84-09 рассмотрим в таблице 1.

Таблица 1– Информация по фидеру 84-09

Установка АСКУЭ по фидеру 84-09	
1	2
Количество установленных коммерческих приборов учета	175
Количество установленных технических приборов учета	9
Места установки приборов учета	Опоры ВЛ 0.4 кВ (коммерч.учет), щит учета (технич.учет)
Дата начала монтажа	май 2018
Дата окончания монтажа	июнь 2018

На фидере 84-09 было установлено приборов коммерческого учета в количестве 171 шт, место установки: опоры ВЛ 0.4 кВ, а так же установлены приборы технического учета в количестве 9 шт, место установки: щит учета.

2 Аналитическая часть

2.1 Характеристика объекта

Для выполнения данной выпускной квалификационной работы был выбран Усть-Абаканский район электрических сетей (РЭС) – филиал Хакасэнерго, ПС «Солнечная» по фидеру 84-09.

Предприятие производит установку приборов учета за свой счет на фидера с большими потерями, таким образом, целью данной выпускной квалификационной работы (ВКР) является анализ внедрения системы АСКУЭ, анализу потерь электроэнергии и анализу коммерческих потерь.

На фидере 84-09 находится:

1. Подстанция 35/10 кВ №84 «Солнечная»;
2. Подстанция 84-09-12 400 кВт;
3. Подстанция 84-09-13 250 кВт;
4. Подстанция 84-09-01 630 кВт «Котельная»;
5. Подстанция 84-09-11 250 кВт «Амбулатория»;
6. Подстанция 84-09-10 250 кВт «Клуб»;
7. Подстанция 84-09-14 400 кВт;
8. Подстанция 84-09-09 250 кВт «Рабочая»;
9. Подстанция 84-09-08 160 кВт «Дзержинского»;
10. Подстанция 84-09-14а 25кВА «Связь».

Схема фидера 84-09 ПС «Солнечная» представлена ниже на рисунке 1.

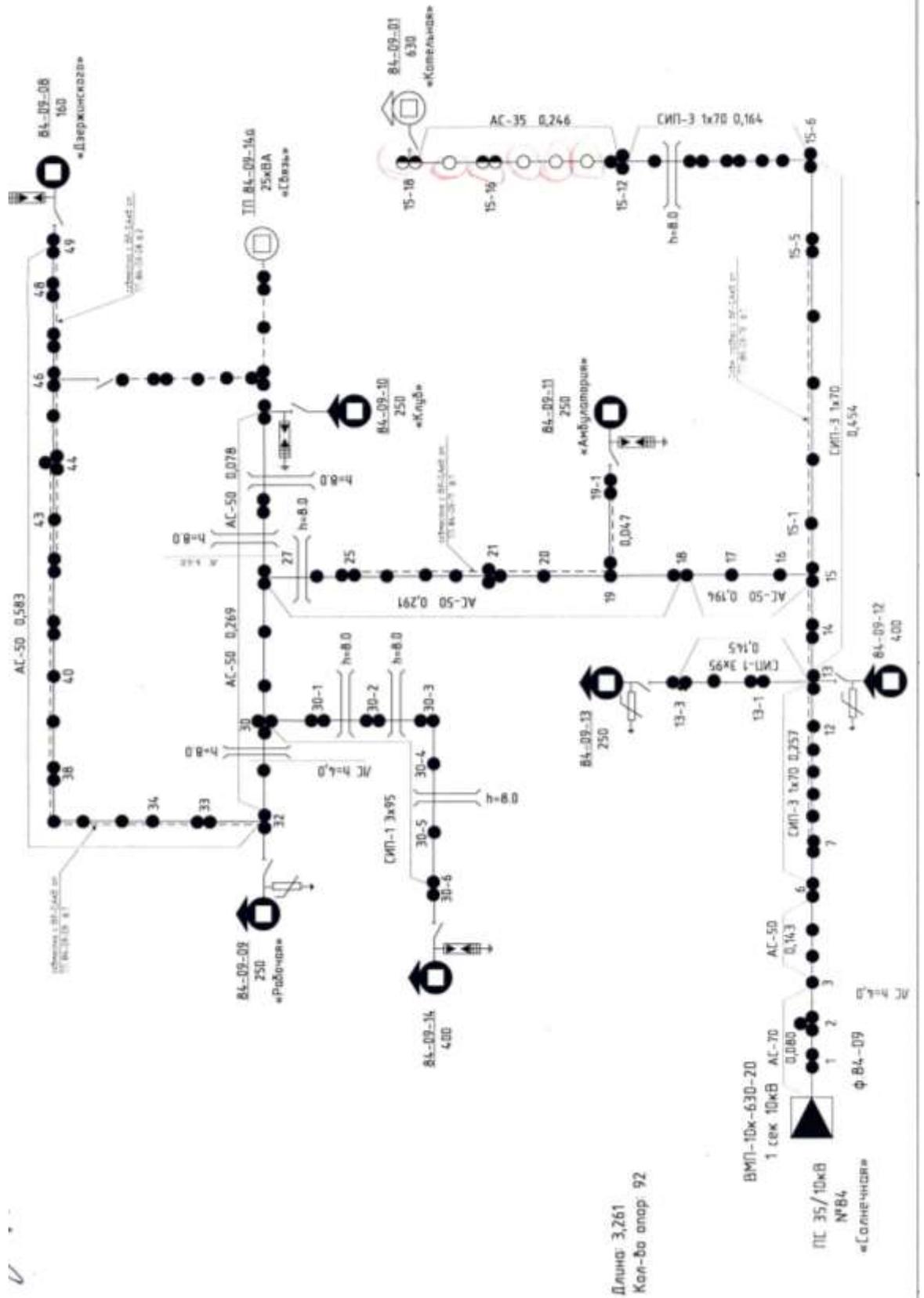


Рисунок 1 – Схема фидера 84-09

3 Анализ суммарных потерь электроэнергии и их оплаты

Данные по потерям для фидера 84-09 электроэнергии за 2016-2021 год, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Потери электроэнергии за 2016-2021 год по фидеру 84-09

№	Год	Отпуск в сеть	Полезный отпуск	Потери	
		кВт*ч	кВт*ч	кВт*ч	%
1	2	3	4	5	6
1	2016	1 634 695	1 013 226	621 469	36,51%
2	2017	1 608 865	1 084 641	524 224	32,58%
3	2018	1 593 621	1 310 547	283 074	17,76%
4	2019	1 313 757	1 190 369	123 388	9,39%
5	2020	1 234 424	1 159 602	74 822	6,06%
6	2021	1 346 328	1 216 953	129 375	9,61%
7	ИТОГО	8 731 690	6 975 338	1 756 352	

Согласно данным, построим графики потерь электроэнергии за 6 лет на фидере 84-09. Полученные графики представлены на рисунках 2, 3 и 4.



Рисунок 2 – Отпуск в сеть по фидеру 84-09, кВт*ч



Рисунок 3 – Полезный отпуск по фидеру 84-09, кВ*ч

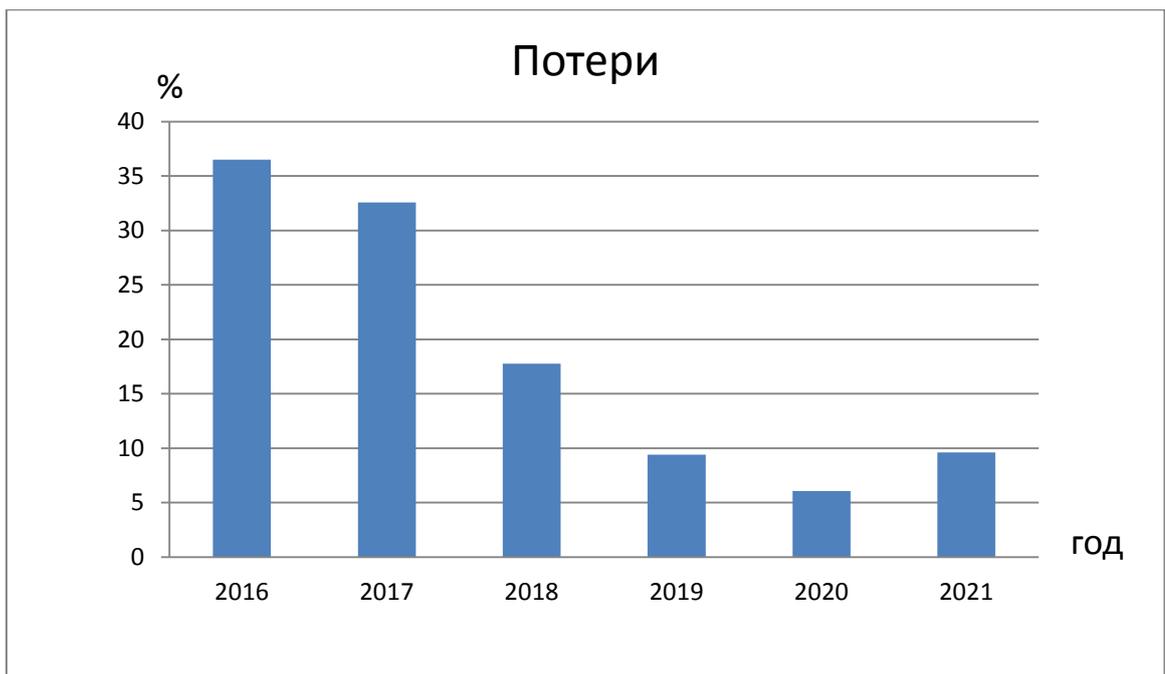


Рисунок 4 – Потери в фидере 84-09, %

Несмотря на то, что ежегодно потери в сетях предприятия превышают запланированную величину, с 2018 года наблюдается тенденция по снижению величин потерь, это связано с внедрением системы АСКУЭ, что говорит об эффективности работы предприятия.

Внедрение системы учета АСКУЭ с целью снижения потерь электроэнергии на фидере 84-09 позволило выявить факторы хищения электроэнергии.

Большинство потребителей жилых домов не передают показания электросчетчиков и отказываются осуществлять допуск к своим системам учета. А также систематически поступают жалобы от равнодушных граждан о предполагаемом несанкционированном потреблении электрической энергии. Внедрения данной системы позволило дистанционно отключать от сети недобросовестных потребителей но и позволило дистанционно списывать показания счетчиков по домам.

3.1 Динамика потерь электроэнергии в фидере 84-09 за 6 лет

Данные по потерям электроэнергии для фидера 84-09 за 2016 год представлены ниже в таблице 3.

Таблица 3 – Потери электроэнергии для фидера 84-09 за 2016 год

№	Месяц	Отпуск в сеть	Полезный отпуск	Потери	
		кВт*ч	кВт*ч	кВт*ч	%
1	2	3	4	5	6
1	Январь	229 821	96 219	133 602	58,1
2	Февраль	192 936	97 013	95 923	49,72
3	Март	172 962	106 846	66 116	38,23
4	Апрель	127 542	112 685	14 857	11,65
5	Май	104 515	89 267	15 248	14,59
6	Июнь	62 352	72 444	-10 092	-16,19
7	Июль	66 887	49 112	17 775	26,57

Окончание таблицы 3

8	Август	70 881	70 798	83	0,12
9	Сентябрь	82 663	58 745	23 918	28,93
10	Октябрь	154 738	68 192	86 546	55,93
11	Ноябрь	180 380	104 196	76 184	42,24
12	Декабрь	189 018	107 716	81 302	43,01
13	ИТОГО	1 634 695	1 013 226	621 469	36,51

Согласно данным, описанных выше, построим график динамики потерь на фидере 84-09 за 2016 год. Полученный график, представлен на рисунке 5, %

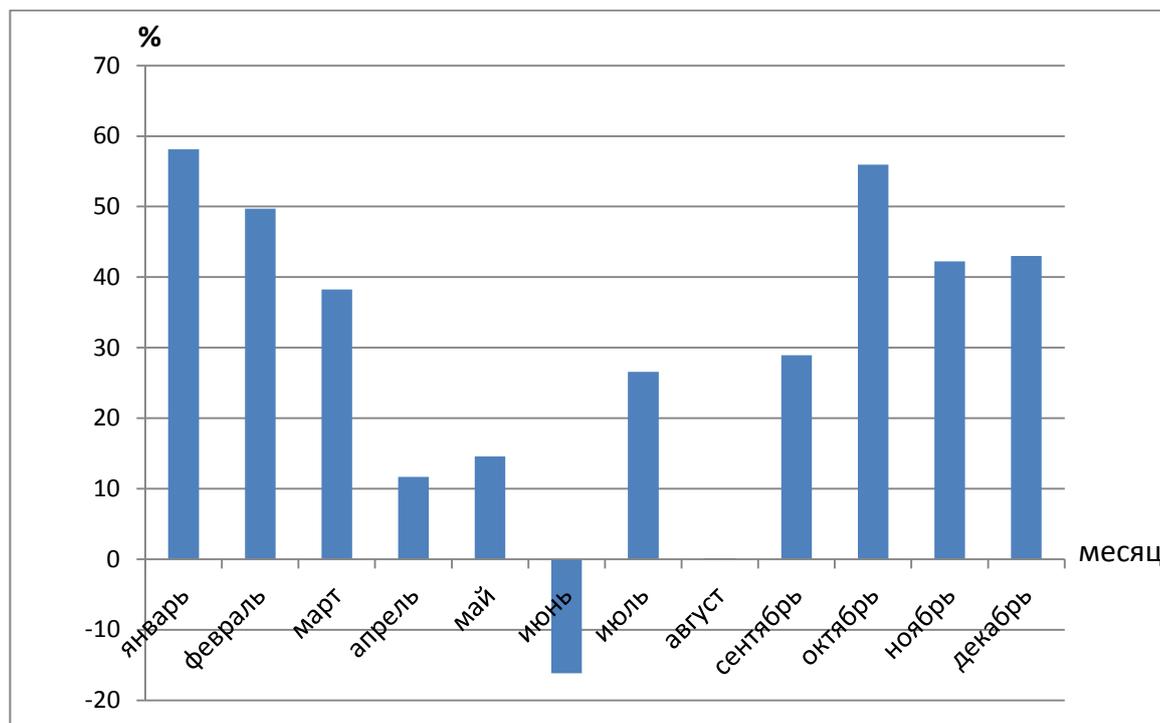


Рисунок 5 – Динамика потерь электроэнергии на фидере 84-09 за 2016 год

По таблице 3 и рисунку 5 для фидера 84-09 видно, что величина потерь в линиях преобладает в зимний период. Это может быть связано с увеличением нагрузки в холодное время года. В июне происходит спад потерь, в связи с ремонтом системы учета.

Данные по потерям для фидера 84-09 электроэнергии за 2017 год, введем в таблицу 4.

Таблица 4 – Потери по фидеру 84-09 за 2017 год

№	Месяц	Отпуск в сеть	Полезный отпуск	Потери	
		кВт*ч	кВт*ч	кВт*ч	%
1	2	3	4	5	6
1	Январь	193 793	103 848	89 945	46,41
2	Февраль	171 112	133 117	37 995	22,2
3	Март	150 261	101 048	49 213	32,75
4	Апрель	125 827	95 730	30 097	23,92
5	Май	95 730	88 688	7 042	7,36
6	Июнь	70 330	86 450	-16 120	-22,92
7	Июль	82 270	56 109	26 116	31,18
8	Август	82 339	52 547	29 792	36,18
9	Сентябрь	110 913	56 315	54 598	49,23
10	Октябрь	151 864	82 583	69 281	45,62
11	Ноябрь	171 325	105 841	65 484	38,22
12	Декабрь	203 101	122 365	80 736	39,75
13	ИТОГО	1 608 865	1 084 641	524 224	32,58

Согласно данным, описанных выше, построим график динамики потерь на фидере 84-09 за 2017 год. Полученный график, представлен на рисунке 6, %.

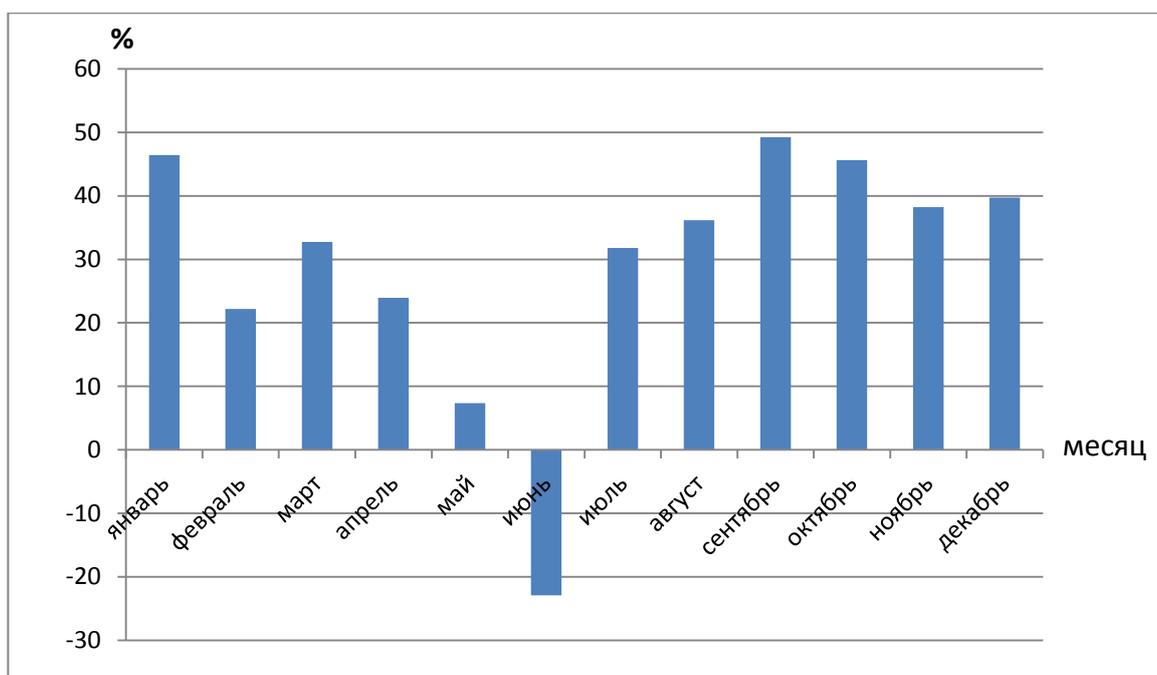


Рисунок 6 – Динамика потерь электроэнергии на фидере 84-09 за 2017

год, %

В 2017 году наблюдается аналогичная ситуация. Потери в линиях слишком высокие. В июне происходит резкий спад потерь, в связи с ремонтом системы учета.

Данные по потерям электроэнергии для фидера 84-09 за 2018 год, введем в таблицу 5.

Таблица 5 – Потери по фидеру 84-09 за 2018 год

№	Месяц	Отпуск в сеть	Полезный отпуск	Потери	
		кВт*ч	кВт*ч	кВт*ч	%
1	2	3	4	5	6
1	Январь	222 319	119 286	103 033	46,34
2	Февраль	195 687	146 200	49 487	25,29
3	Март	191 795	196 369	-4 574	-2,38
4	Апрель	143 589	111 707	31 882	22,20
5	Май	121 299	92 417	28 882	23,81
6	Июнь	65 820	72 894	-7 074	-10,75

Окончание таблицы 5

7	Июль	68 945	66 474	2 471	3,58
8	Август	68 066	68 842	-776	-1,14
9	Сентябрь	93 324	50 439	42 885	45,95
10	Октябрь	116 831	109 695	7 136	6,11
11	Ноябрь	132 871	120 531	12 340	9,29
12	Декабрь	173 075	155 693	17 382	10,04
13	ИТОГО	1 593 621	1 310 547	283 074	17,76

Согласно данным, описанных выше, построим график динамики потерь электроэнергии по фидеру 84-09 за 2018 год. Полученный график, представлен на рисунке 7, %.

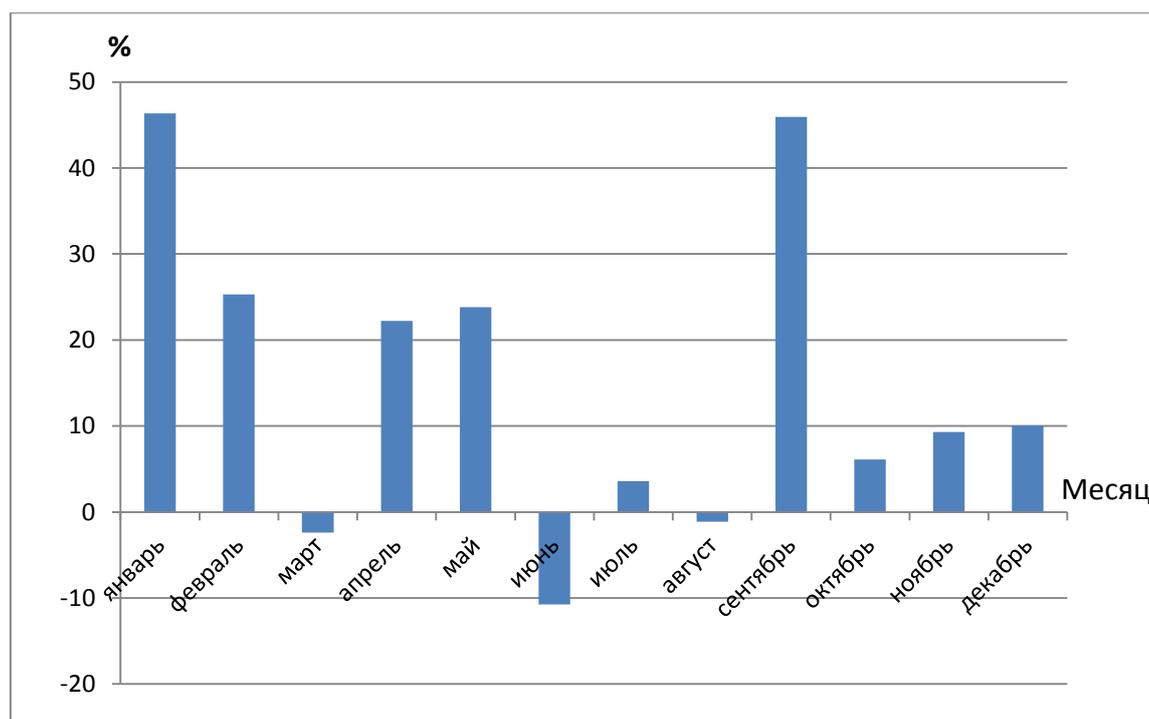


Рисунок 7 – Динамика потерь электроэнергии по фидеру 84-09 за 2018 год, %

По таблице 5 и рисунку 7 для фидера 84-09 видно, что величина потерь в линиях преобладает только в январе и сентябре. В остальных месяцах мы видим что ситуация налаживается. Резкий спад потерь в марте, июне и августе связан с ремонтом системы учета.

Данные по потерям для фидера 84-09 электроэнергии за 2019 год, введем в таблицу 6.

Таблица 6 – Потери по фидеру 84-09 за 2019 год

№	Месяц	Отпуск в сеть	Полезный отпуск	Потери	
		кВт*ч	кВт*ч	кВт*ч	%
1	2	3	4	5	6
1	Январь	172 102	149 818	22 284	12,95
2	Февраль	148 929	125 719	23 210	15,58
3	Март	127 109	118 640	8 469	6,66
4	Апрель	119 299	110 611	8 688	7,28
5	Май	96 892	83 899	12 993	13,41
6	Июнь	62 858	58 797	4 061	6,46
7	Июль	60 524	52 334	8 190	13,53
8	Август	66 333	52 617	13 716	20,68
9	Сентябрь	79 090	88 481	-9 391	-11,87
10	Октябрь	112 381	98 501	13 880	12,35
11	Ноябрь	127 750	140 527	-12 777	-10,00
12	Декабрь	140 490	110 425	30 065	21,40
13	ИТОГО	1 313 757	1 190 369	123 388	9,39

Согласно данным, описанных выше, построим график динамики потерь электроэнергии на фидере 84-09 за 2019 год. Полученный график, представлен на рисунке 8, %.

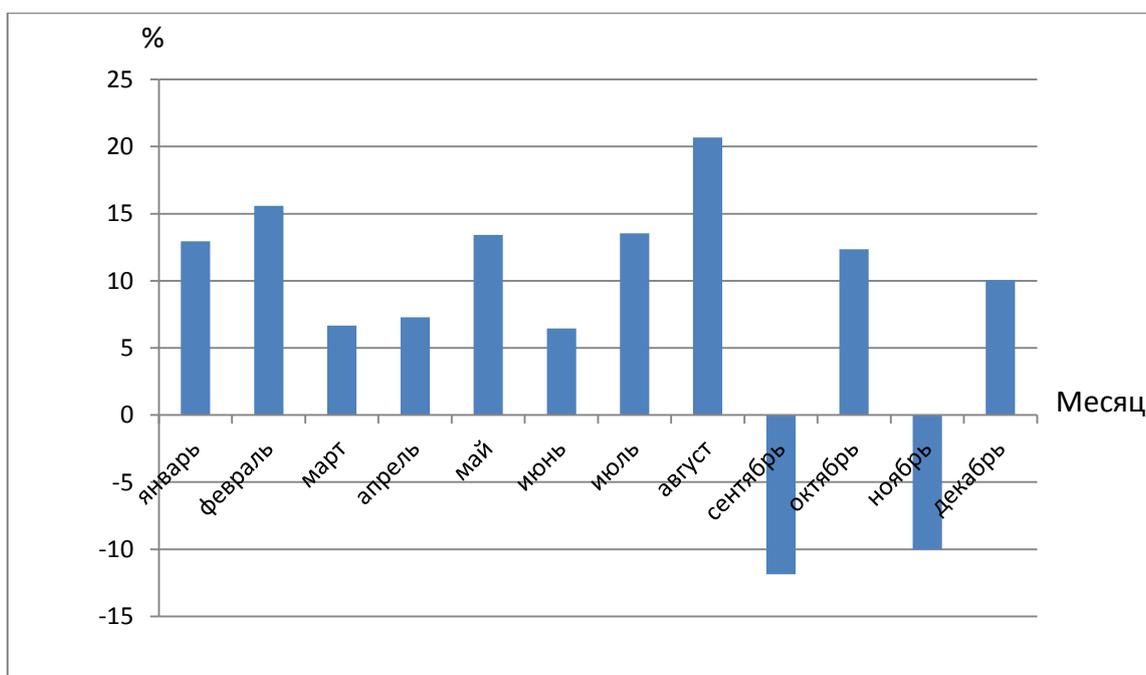


Рисунок 8 – График потерь по фидеру 84-09 за 2019 год, %

По таблице 6 и рисунку 8 для фидера 84-09 наблюдается снижение потерь, это связано с внедрением системы учета АСКУЭ. Это способствовало повышению качества учета электроэнергии, и уменьшению ее потерь при транспортировке по сетям. В свою очередь, это привело как к снижению расходов поставщиков электроэнергии, так и потенциальному снижению тарифа для потребителей. Спад потерь в сентябре и ноябре связан с ремонтом системы учета.

Данные по потерям электроэнергии для фидера 84-09 за 2020 год, введем в таблицу 7.

Таблица 7 – Потери по фидеру 84-09 за 2020 год

№	Месяц	Отпуск в сеть	Полезный отпуск	Потери	
		кВт*ч	кВт*ч	кВт*ч	%
1	2	3	4	5	6
1	Январь	148 677	132 556	16 121	10,84
2	Февраль	133 023	131 540	1 481	1,11

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5	6
3	Март	125 028	119 508	5 520	4,42
4	Апрель	94 019	94 996	-977	-1,04
5	Май	76 971	77 952	-981	-1,27
6	Июнь	71 027	69 628	1 399	1,97
7	Июль	63 106	52 650	10 456	16,57
8	Август	67 654	58 978	8 676	12,82
9	Сентябрь	84 522	74 350	10 172	12,03
10	Октябрь	114 197	105 077	9 120	7,99
11	Ноябрь	115 540	111 449	4 091	3,54
12	Декабрь	140 660	130 918	9 742	6,93
13	ИТОГО	1 234 424	1 159 602	74 822	6,06

Согласно данным, описанных выше, построим график динамики потерь электроэнергии на фидере 84-09 за 2020 год. Полученный график, представлен на рисунке 9, %.

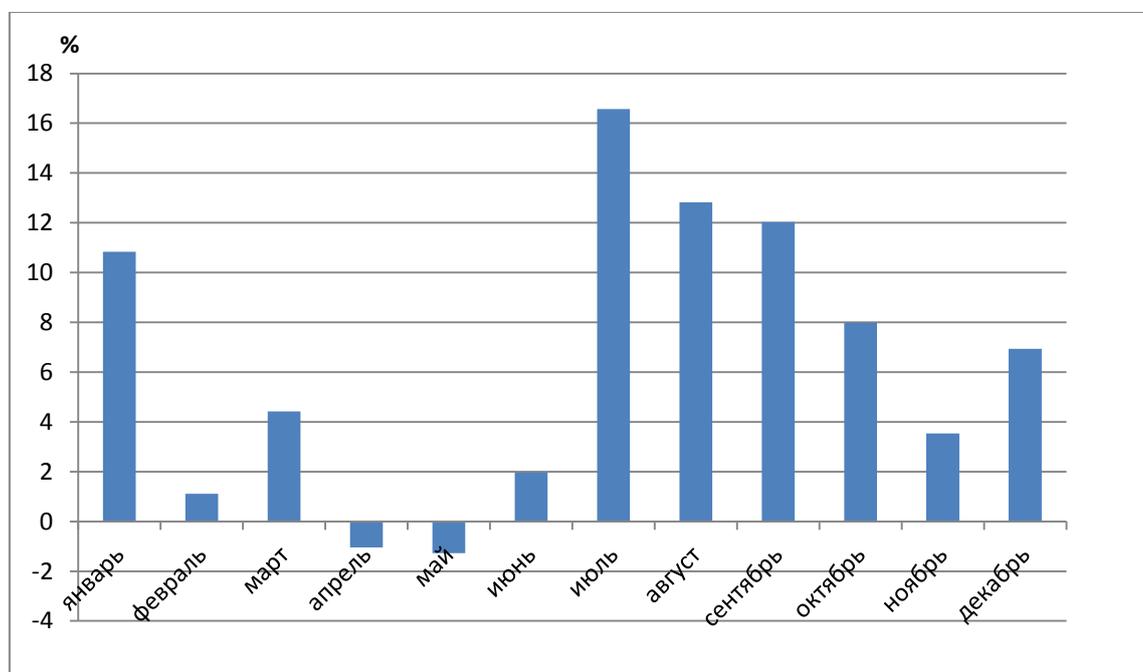


Рисунок 9 – График потерь на фидере 84-09 за 2020 год, %

По таблице 7 и рисунку 9 для фидера 84-09 наблюдается существенное уменьшение потерь до 10,84 % по сравнению с аналогичным периодом остальных лет, это связано с внедрением системы учета АСКУЭ. Это способствовало повышению качества учета электроэнергии, и уменьшению ее потерь при транспортировке по сетям. В свою очередь, это привело как к снижению расходов поставщиков электроэнергии, так и потенциальному снижению тарифа для потребителей. Спад потерь в апреле и мае связан с погрешностями при учете, а точнее с неисправностью приборов учета.

Данные по потерям электроэнергии по фидеру 84-09 за 2021 год, введем в таблицу 8.

Таблица 8 – Потери электроэнергии по фидеру 84-09 за 2021 год

№	Месяц	Отпуск в сеть	Полезный отпуск	Потери	
		кВт*ч	кВт*ч	кВт*ч	%
1	2	3	4	5	6
1	Январь	157 510	143 616	13 894	8,82
2	Февраль	131 771	127 835	3 936	2,99
3	Март	135 219	120 056	15 163	11,21
4	Апрель	119 122	115 287	3 835	3,22
5	Май	95 999	81 200	14 799	15,42
6	Июнь	75 848	68 916	6 932	9,14
7	Июль	69 819	55 263	14 556	20,08
8	Август	58 083	57 613	470	0,81
9	Сентябрь	96 104	79 324	16 780	17,46
10	Октябрь	126 772	102 374	24 398	19,25
11	Ноябрь	135 380	117 405	17 975	13,28
12	Декабрь	144 701	148 064	-3 363	-2,32
13	ИТОГО	1 346 328	1 216 953	129 375	9,61

Согласно данным, описанных выше, построим график динамики потерь после внедрения АСКУЭ на фидере 84-09 за 2021 год. Полученный график, представлен на рисунке 10, %.

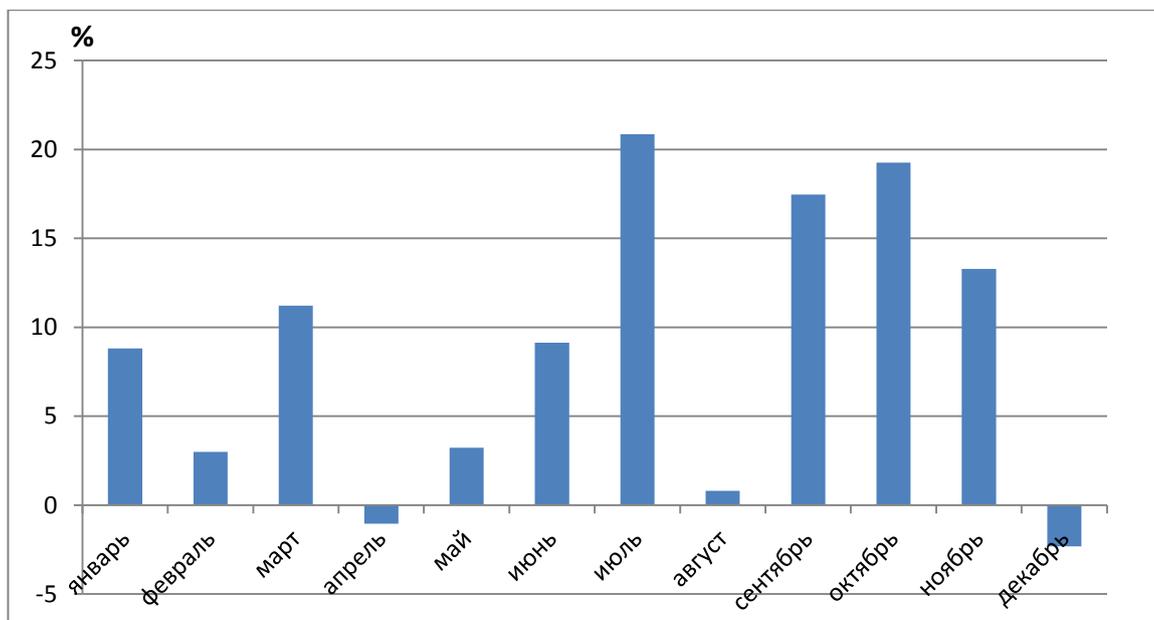


Рисунок 10 – График потерь электроэнергии по фидеру 84-09 за 2021 год, %

По таблице 8 и рисунку 10 для фидера 84-09 наблюдается в целом стабильное положение величины потерь, с незначительными изменениями в течение анализируемого периода. Спад потерь в апреле и декабре связан с погрешностями при учете, а точнее с неисправностью приборов учета.

По результатам анализа до внедрения системы учета АСКУЭ большую долю составляют потери из-за недостатка энергосбытовой деятельности и хищений. При этом потери электроэнергии возрастают в периоды пониженной температуры воздуха, что говорит нам, что основная часть электроэнергии в зимний период расходуется на отопление.

3.2 Динамика оплаты электроэнергии по фидеру 84-09

Еще одним не менее важным показателем деятельности предприятия является оплата электроэнергии.

Данные по оплатам электроэнергии по фидеру 84-09 за 2016-2021 год в таблице 9.

Таблица 9 – Оплата электроэнергии по фидеру 84-09 за 2016-2022 год, руб/МВт*ч

№	Год	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Итого
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2016	1747,51	1942,77	1725,31	1811,93	1812,04	1596,65	1628,84	1603,62	1734,11	1810,9	1782,36	1753,29	0949,33
2	2017	1909,64	2062,03	1740,62	1868,24	1622,16	1713,9	1894,88	2138,16	2230,03	2062,3	2148,56	1998,24	3388,76
3	2018	1984,27	2185,16	2029,5	2220,29	1917,3	1941,68	1949,73	1883,77	2294,88	2161,97	2274,29	2083,22	4926,06
4	2019	2090,74	2136,46	2141,57	2222,2	2061,6	2068,76	1756,25	1439,32	1584,86	1776,46	1940,8	1990,75	3209,77
5	2020	2025,97	2139,54	2002,48	1894,62	1884,39	1998,99	1995,74	2057,5	2113,64	2017,11	2040,75	1965,38	4136,11
6	2021	2068,5	2282,03	2159,07	2232,96	2076,41	2054,92	2080,02	2015,89	2282,01	2325,97	2347,65	2224,27	6149,7
7	2022	2 288,91	2 685,45	2 525,78										

Посмотрим динамику оплат электроэнергии по фидеру 84-09 по каждому году.

Результаты оплат потерь электроэнергии за 2016 год представлены в виде графика на рисунке 11.

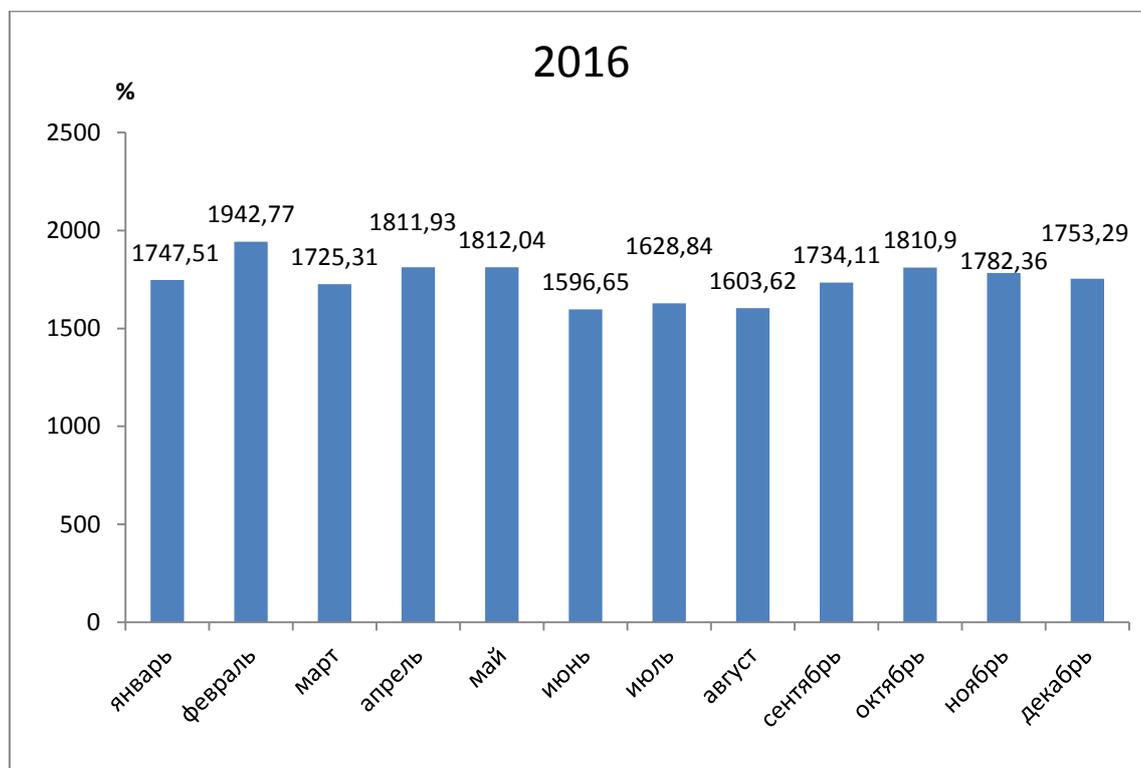


Рисунок 11 – График оплаты электроэнергии за 2016 год по фидеру 84-09

По рисунку 11 для фидера 84-09 наблюдается в целом стабильное положение величины оплаты электроэнергии, с незначительными изменениями в течение анализируемого периода.

Результаты оплат электроэнергии за 2017 год представлены в виде графика на рисунке 12.

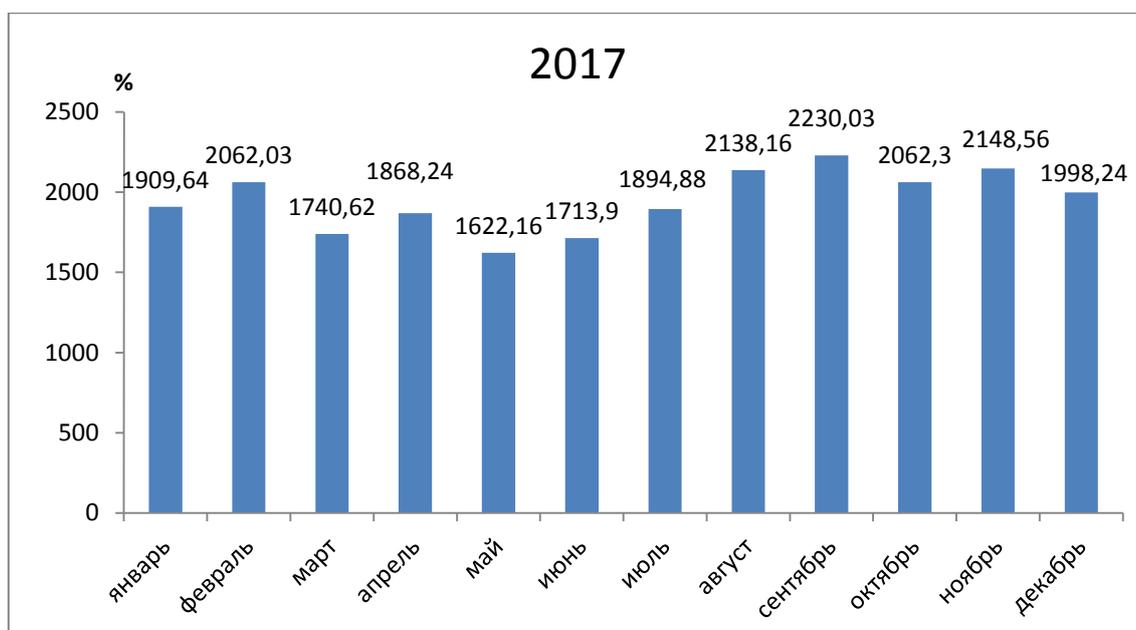


Рисунок 12 – График оплаты электроэнергии за 2017 год по фидеру 84-09

По рисунку 12 для фидера 84-09 наблюдается в целом стабильное положение величины оплаты электроэнергии, с незначительными изменениями в течение анализируемого периода.

Результаты оплат потерь электроэнергии за 2018 год представлены в виде графика на рисунке 13.

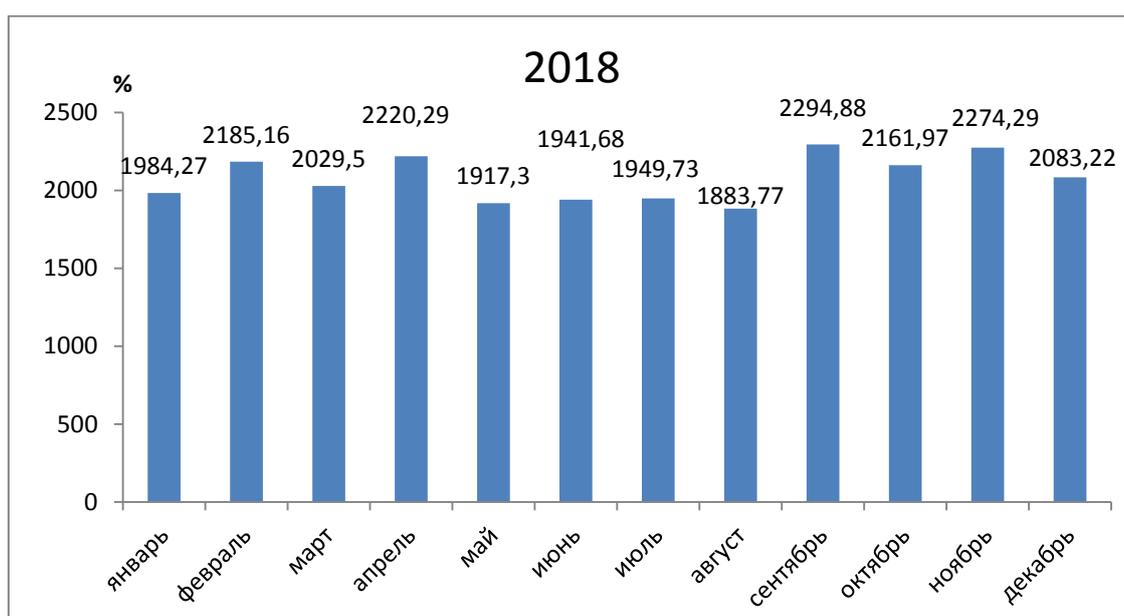


Рисунок 13 – График оплаты электроэнергии за 2018 г по фидеру 84-09

По рисунку 13 для фидера 84-09 наблюдается в целом стабильное положение величины оплаты электроэнергии, с незначительными изменениями в течение анализируемого периода.

Результаты оплат электроэнергии за 2019 год представлены в виде графика на рисунке 14.

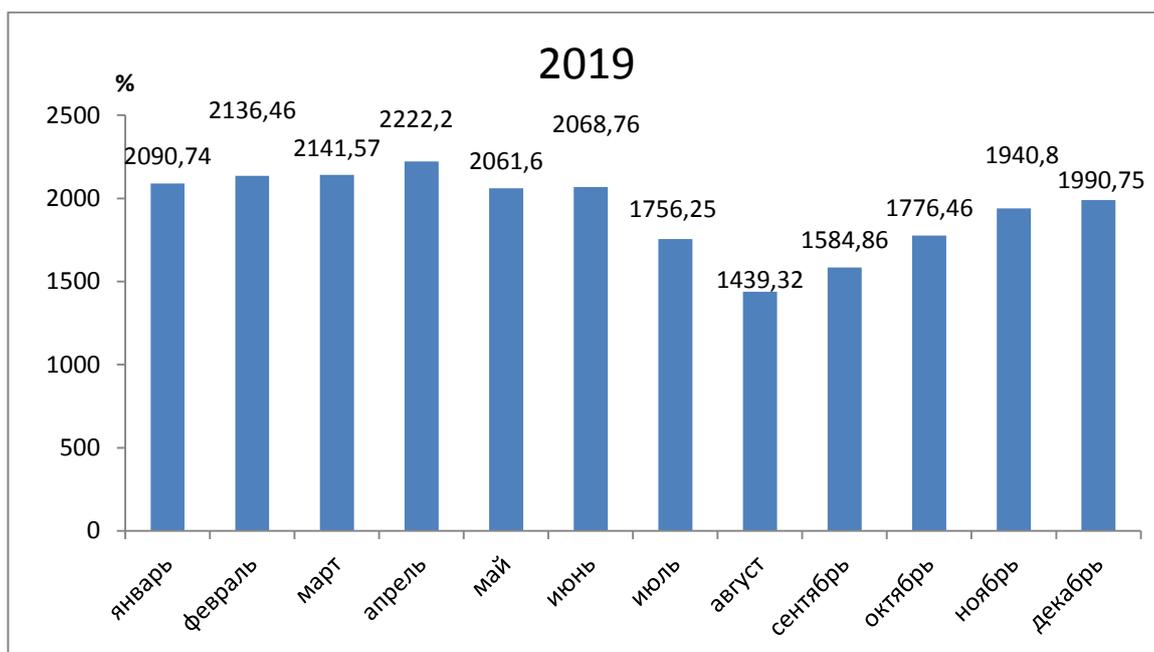


Рисунок 14 – График оплаты электроэнергии за 2019 год по фидеру 84-09

По рисунку 14 для фидера 84-09 наблюдается в целом стабильное положение величины оплаты электроэнергии, с незначительными изменениями в течение анализируемого периода.

Результаты оплат потерь электроэнергии за 2020 год представлены в виде графика на рисунке 15.

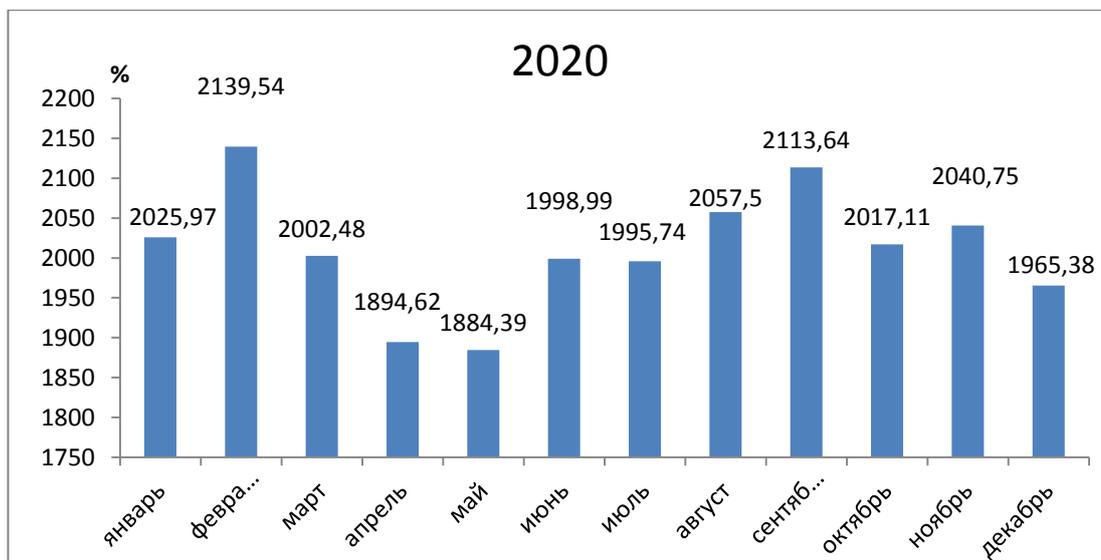


Рисунок 15 – График оплаты электроэнергии за 2020 год по фидеру 84-09

По рисунку 15 для фидера 84-09 наблюдается в целом стабильное положение величины оплаты электроэнергии, с незначительными изменениями в течение анализируемого периода.

Результаты оплат электроэнергии за 2021 год представлены в виде графика на рисунке 16.

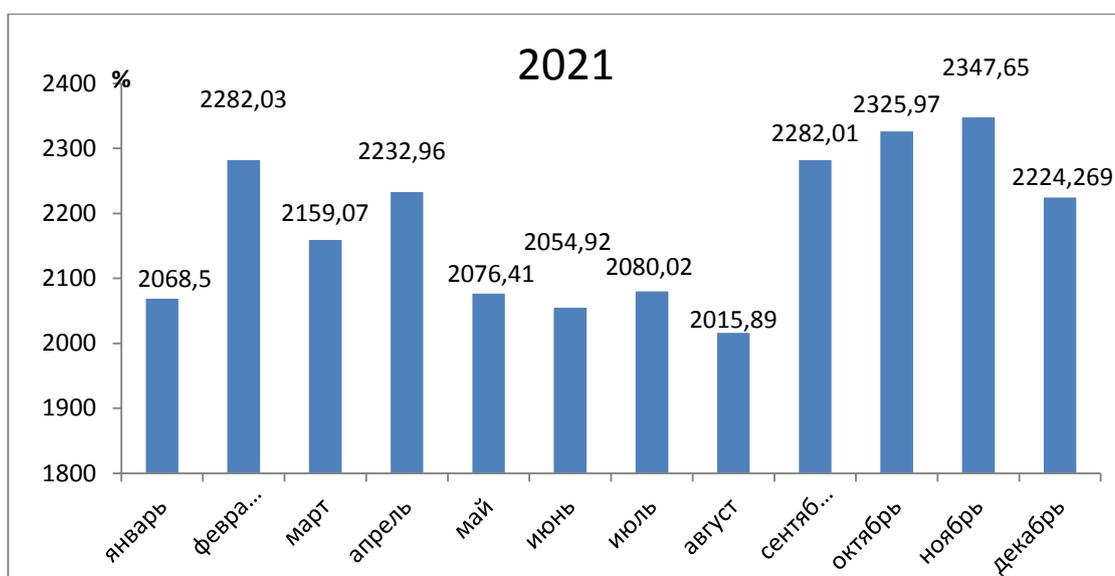


Рисунок 16 – График оплаты электроэнергии за 2021 год по фидеру 84-09

По рисунку 16 для фидера 84-09 наблюдается в целом стабильное положение величины оплат электроэнергии, с незначительными изменениями в течение анализируемого периода.

Сведем все данные за 6 лет по оплатам в один график, что бы проанализировать динамику по оплатам до и после внедрения системы АСКУЭ на фидере 84-09.

Результаты оплат электроэнергии за 6 лет представлен в виде графика на рисунке 17.

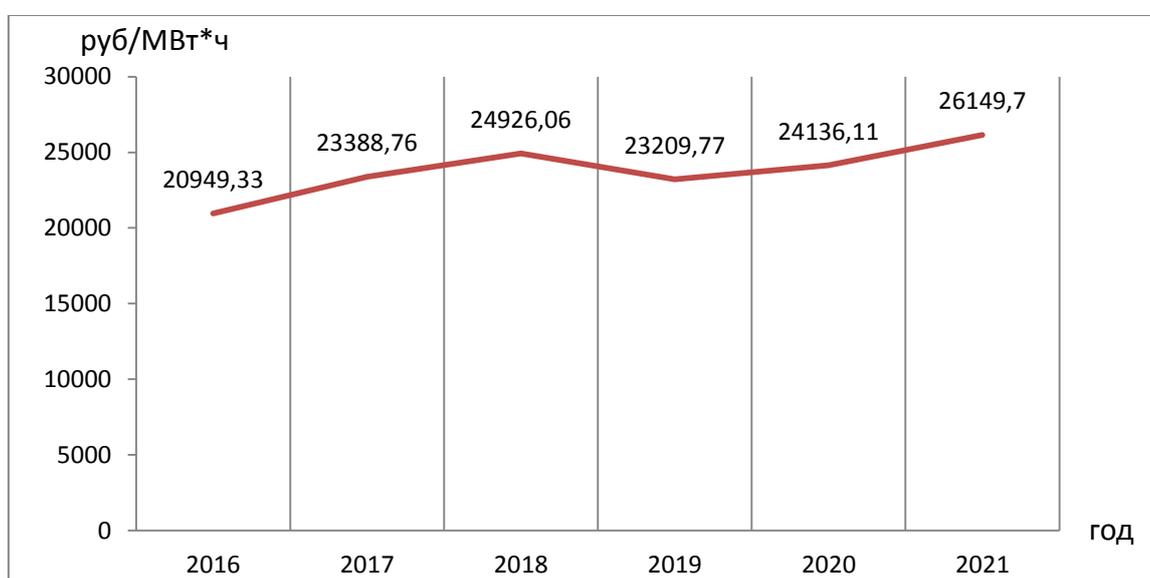


Рисунок 17 – Оплаты электроэнергии за 6 лет

Анализ показал, что оплата электроэнергии изменяются в достаточно в узких пределах, при этом имеют определенную зависимость. На протяжении рассматриваемого периода 2016-2020 год. Оплата имеет медленный рост. На период 2016-2017 года оплата выросла на 2439,43 руб, но на период 2018-2019 года снизилась на 1716,29 руб, и на период 2020-2021 года опять выросла на 2013,59 руб, это связано с хищения электроэнергии. Большинство потребителей жилых домов не передают показания электросчетчиков и не вовремя, а иной раз и не производят оплату за электроэнергию.

Рассмотрим тарифы за электроэнергию.

Занесем данные по среднегодовому тарифу в таблицу 10.

Таблица 10 – Тарифы за электроэнергию

год	Сумма оплаты по году, руб	Полезный отпуск, кВт*ч	Среднегодовой тариф,
1	2	3	4
2016	19 342,15	1 013 226	1,91
2017	21 557,04	1 084 641	1,98
2018	23 016,44	1 310 547	1,75
2019	21 384,92	1 190 369	1,79
2020	22 334,51	1 159 602	1,92
2021	24 110,79	1 216 953	1,98

Сравним результаты среднегодового тарифа и тарифа для населения за 6 лет в виде графика на рисунке 18.

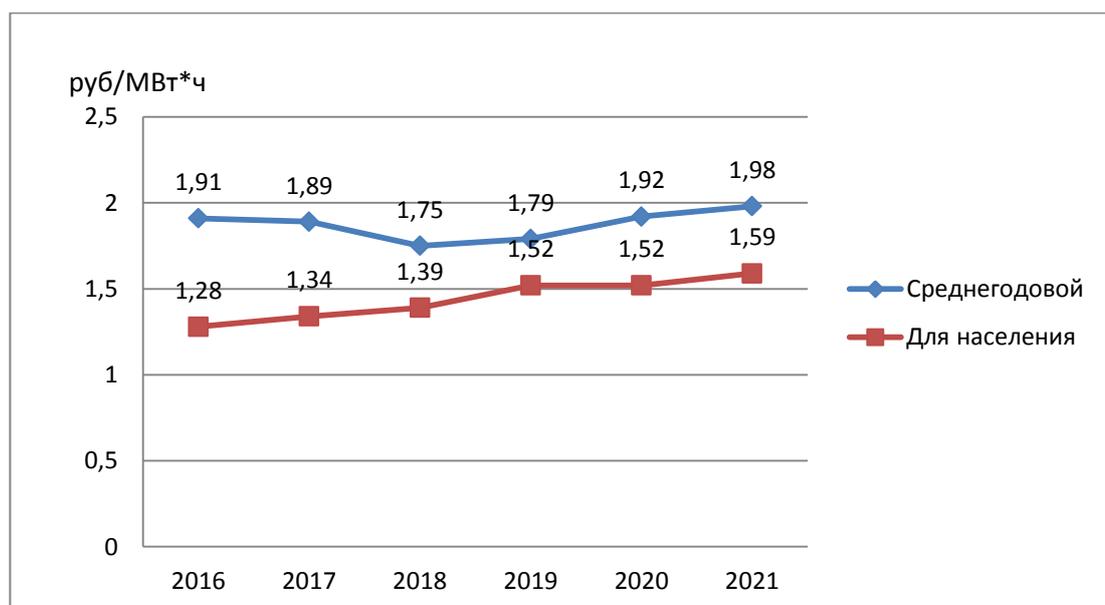


Рисунок 18 – Результаты среднегодового тарифа и тарифа для населения за 6 лет

Анализ показал, что от фидера питаются не только население, так же и другие потребители, из-за этого тариф нестабилен.

Тарифы растут, снижение в 2017-2018 году связан с нестабильной оплатой и хищением электроэнергии населением. В 2018 году поставили системы АСКУЭ, из-за этого система учета не производилась.

Согласно данным размещенным в сети Интернет (<http://www.khakensb.ru>) рассмотрим тарифы для населения в Республике Хакасия.

Таблица 10 – Тарифы на электроэнергию для населения в Республике Хакасия за 2016-2021 год.

№	Потребители	2016 год, руб./кВтч	2017 год руб./кВтч	2018 год. руб./кВтч	2019 год. руб./кВтч	2020 год. руб./кВтч	2021 год. руб./кВтч
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Население, проживающее в городских населенных пунктах в домах, оборудованных в установленном порядке стационарными электроплитами и (или) электроотопительными установками						
2	Одноставочный тариф	1,28	1,34	1,39	1,52	1,52	1,59

4. Анализ коммерческих потерь

4.1 Расчет технических потерь

Для проведения расчетов определим активные и реактивные сопротивления, поперечные емкостные проводимости и зарядные мощности всех участков линий, входящих в проектируемую сеть.

Активные R и реактивные X сопротивления линий вычисляем по формулам:

$$R_{k-j} = \frac{r_0 \cdot l_{k-j}}{n} \text{ Ом}; \quad X_{k-j} = \frac{x_0 \cdot l_{k-j}}{n} \text{ Ом}, \quad (4.1)$$

где:

L_{k-j} – длина линии, км;

r_0 – удельное активное сопротивление Ом/км;

n – количество линий, шт;

Для расчета удельного активного сопротивления (r_0), воспользуемся справочником.

Данные из справочника занесем в таблицу 11.

Таблица 11 – Характеристика кабелей ВЛ

Провод	$F_{л}$, мм	r_0 , Ом/км
1	2	5
АС-70	1x70	0,428
АС-50	1x50	0,592
АС-35	1x35	0,777
СИП 3	1x70	0.493
СИП 1	3x95	0,0753

Потокораспределение по фидеру 84-09 указано на рисунке 19:

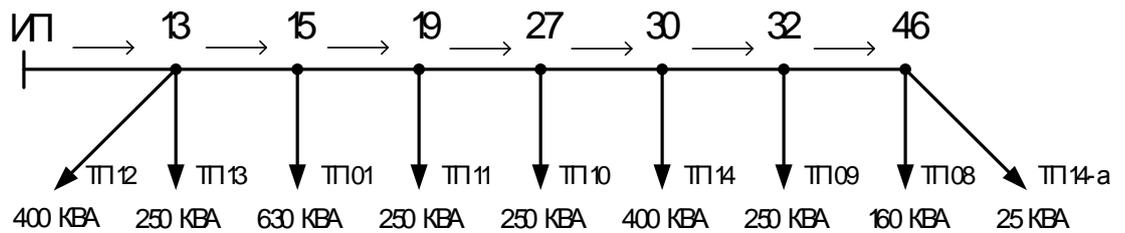


Рисунок 19 – Потокораспределение сети фидера 84-09

Найдем потери в линии:

$$\Delta P_{л} = \frac{S^2}{U^2} \cdot R_{л} \quad (4.2)$$

где: $\Delta P_{л}$ – потери мощности в линии

S^2 – активные потери в линиях, кВА;

U^2 – напряжение всей системы = 10 кВ;

$R_{л}$ – активное сопротивление линии;

Расчеты занесем в таблицу 12.

Таблица 12 – Потери в линиях.

Линия	$S_{л}$, кВА	$L_{л}$, м	R , Ом	$\Delta P_{л}$, кВт
1	2	3	4	5
ИП-13	1435	0,48	0,246	4,9
13-15	896	0,113	0,056	0,44
15-19	616	0,226	0,153	0,50
19-27	350	0,261	0,133	0,18
27-30	455	0,16	0,094	0,19
30-32	455	0,11	0,065	0,13
32-46	304,5	0,48	0,284	0,26
ИТОГО				6,6

Воспользовавшись формулой 2, найдем потери в мощности в трансформаторах:

$$\Delta P_{тр} = \Delta P_{хх} + \frac{S^2}{U^2} \cdot R_{тр} \quad (4.3)$$

где:

$\Delta P_{хх}$ – потери холостого хода, кВт;

$R_{тр}$ – активное сопротивление трансформатора, Ом;

Полученные данные занесем в таблицу 13 и 14.

Таблица 13 – Характеристика трансформаторов.

Трансформатор	$S_{тр}$, кВА	$R_{т}$, Ом	ΔP_{xx} , кВт
1	2	3	4
ТМ 400/10	400	5,9	0,6
ТМ 250/10	250	10,7	0,65
ТМ 160/10	160	19,3	0,21
ТМ 630/10	630	3,4	0,9
ТМ 25/10	25	45,2	0,1

Таблица 14 – Потери в трансформаторах.

ТП	Тр-р	ΔP_{xx} , кВт	$R_{т}$, Ом	$S_{тр}$ нагр, кВА	$\Delta P_{тр}$, кВт
1	2	3	4	5	6
84-09-12	400	0,6	5,9	160	4,14
84-09-13	250	0,65	10,7	100	1,33
84-09-01	630	0,9	3,4	252	7,54
84-09-11	250	0,65	10,7	100	1,23
84-09-10	250	0,65	10,7	100	1,23
84-09-14	400	0,6	5,9	160	4,14
84-09-09	250	0,65	10,7	100	1,23
84-09-08	160	0,21	19,3	64	1,01
84-09-14а	25	0,06	45,2	10	0,02
ИТОГО		4,25			21,45

Суммируем потери в линии и потери в трансформаторах по фидеру 84-09:

$$\Delta P_{\text{фидера}} = \Delta P_{\Sigma л} + \Delta P_{\Sigma \text{тр}}; \quad (4.4)$$

Из формулы следует:

$$\Delta P_{\Sigma \text{фидера } xx} = \Delta P_{\Sigma xx \text{ тр-ров}}; \quad (4.5)$$

4.2 Расчет коммерческих потерь

Проанализируем коммерческие потери по фидеру 84-09.

Рассчитаем потери в трансформаторе для фидера:

$$\Delta W_{\text{фидера}} = \Delta P_{\Sigma \text{ фидера}} \cdot \tau + \Delta P_{\Sigma \text{ хх тр-ров}} \cdot 8760 \quad (4.6)$$

где:

$\Delta P_{\Sigma \text{ фидера}}$ – суммарные потери фидера;

$\Delta P_{\Sigma \text{ хх тр-ров}}$ – суммарные потери холостого хода трансформатора;

$$\Delta W_{\text{фидера}} = \Delta P_{\Sigma \text{ фидера}} \cdot \tau + \Delta P_{\Sigma \text{ хх тр-ров}} \cdot 8760 \quad (4.7)$$

$$\Delta W_{\text{фидера}} = 25,7 \cdot 1727 + 4,25 \cdot 8760 = 81\,614 \text{ кВт*ч};$$

Найдем постоянную времени (τ):

$$\tau = (0,124 + T_{\text{max}} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760; \quad (4.7)$$

$$\tau = (0,124 + 3200 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 1727 \text{ ч};$$

Годовое число часов использования максимума нагрузки (T_{max})
примем из справочника = 3200 ч;

Рассчитаем коммерческие потери в трансформаторе:

$$\Delta W_{\text{коммерч}} = \Delta W_{\text{по ф.всего}} - \Delta W_{\text{техн.по ф}}; \quad (4.8)$$

где:

$\Delta W_{\text{по ф.всего}}$ – потери по фидеру всего, кВт*ч;

$\Delta W_{\text{техн.по ф}}$ – потери технические по фидеру, кВт*ч;

Полученные данные занесем в таблицу 15.

Таблица 15 – Коммерческие потери за 6 лет по фидеру 84-09.

Год	$\Delta W_{\text{всего}}$, кВт*ч	$\Delta W_{\text{техн}}$, кВт*ч	$\Delta W_{\text{коммерч}}$, кВт*ч	%
1	2	3	4	5
2016	621 469	81 614	539 855	86,9
2017	524 224	81 614	442 610	84,4

Окончание таблицы 15

1	2	3	4	5
2018	283 074	81 614	201 460	71,2
2019	123 388	81 614	41 774	33,9
2020	74 822	81 614	-6 792	-9,1
2021	129 375	81 614	47761	36,9

Результаты коммерческих потерь представлены в виде графика на рисунке 20.



Рисунок 20 – Коммерческие потери по фидеру 84-09 за 6 лет

Тем самым, определена величина коммерческих потерь после внедрения комплекса мероприятий.

Из графика видно, что коммерческие потери значительно снизились. Наибольшее снижение коммерческих потерь наблюдается в холодное время года, когда начинается отопительный сезон и уровень нагрузки значительно возрастает. Это говорит, в первую очередь, о эффективной работе по борьбе несанкционированным потреблением электроэнергии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом ВКР является анализ эффективности внедрения автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии по фидеру 84-09 ПС «Солнечная».

В работе дана общая характеристика предприятия. Проведя анализ внедрения системы АСКУЭ видно, что применение данной системы позволяет значительно снизить нагрузки на линии, что позволяет производить дополнительные присоединения и увеличение полезного отпуска в сеть.

Поставленная в работе цель, заключающаяся в анализе внедрения автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии, достигнута, задачи решены в полном объеме в соответствии с выданным заданием.

В ходе анализа были построены графики изменения потерь и динамики по годам и по месяцам, проведен анализ коммерческих потерь, определено распределение коммерческих потерь по их структурным составляющим и выделены приоритетные направления в области снижения коммерческих потерь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Требования к содержанию, объёму и структуре бакалаврской работы 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»: метод. указания / сост. Н. В. Дулесова, А. С. Торопов, Е. В. Платонова, А. В. Коловский; Сиб. федер. ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан: ХТИ – филиал СФУ, 2016. – 51 с.
2. Самсонов, В.С.. Экономика предприятий энергетического комплекса : учеб. для вузов/ В.С. Самсонов, М.А.Вяткин. - 3-е изд.. – М. : ЭНАС, 2011.
3. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 года «261-ФЗ Об энергоснабжении и о повышении энергетической эффективности...»
4. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. Учебник для техникумов. 3-е изд., перераб. и доп. – М
5. Широков О.Д., Алферова Т.В. Оценка потерь электрической энергии, вызванных несинусоидальными режимами, при расчете небалансов системных подстанций 10 КВт.
6. 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.
7. Коммерческие потери электроэнергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.alfar.ru/smart/3/757>.
8. О коммерческих потерях в электрических сетях [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.si-electro.ru/article/4/126>
9. Тарифы на электроэнергию в Республике Хакасия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.khakensb.ru>.
10. Энергосбережение, коммерческие потери электроэнергии и их снижение [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.energosber21.ru>.

11. Анализ эффективности внедрения автоматизированных систем учета ресурсов в целях снижения потерь в электроэнергетике / Еременков Д.С. 1, Мошкевич М.Л. / Юго-Западный государственный университет, Курск, 2017.
12. 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. 55-58.
13. Заслонов, С. В. Расчет технических потерь мощности и электроэнергии в распределительных сетях 0,38—10 кВ / С. В. Заслонов // Энергетик, 2012. – № 7. – С. 20-23.
14. О потерях электроэнергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.energobit.net/poter.html>.
15. 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.25-27.
16. Счетчики электроэнергии с автоматизированной передачей данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://mirt-tek.by/produkcija/mirt-181>.
17. Щипакин, М.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование: Учебное пособие / М.В. Щипакин, Н.В. Зеленевский и др. - СПб.: Лань, 2011. - 192 с
18. Методика расчета потерь электроэнергии при установке приборов учета не на границе балансовой принадлежности. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pandia.ru/text/78/162/79864.php>.
19. Современные автоматизированные системы контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ). [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-4/section-6>

20. Варнавский В.П. Проблемы массового внедрения электронных средств учета электрической энергии в России // Промышленная энергетика. 1994. №12. С. 10-16.

21. Железко Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. — М.: ЭНАС, 2009. — С. 30-33.

22. Все об энергетике, электротехнике и электронике: [Электронный ресурс] С., 2018. URL: <http://pue8.ru/>.

23. Методические рекомендации по оценке эффективности энергосберегающих мероприятий / В. В. Бухмиров., Н. Н. Нурахов., П.Г.Косарев., В.В.Фролов. – М.: Институт качества высшего образования НИТУ «МИСиС», 2014. – 96 с.

24. Овчинников А. Потери электроэнергии в распределительных сетях 0,38 - 6 (10) кВ. - Новости ЭлектроТехники, 2013, №5, с.15-17.

25. ГОСТ от 30 декабря 2008 г. N 326 "Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям" (с изменениями и дополнениями). Действует 30.12.2008

Бакалаврская работа выполнена мной самостоятельно.
Использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Отпечатано в 1 экземпляре.

Библиография 25 наименований.

Электронный экземпляр сдан на кафедру

« _____ » _____
(дата)

(подпись)

Галицкая Н.В
(ФИО)

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»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой
А.В. Коловский
подпись инициалы, фамилия
« 05 » июля 2022г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02. «Электроэнергетика и электротехника»
код – наименование направления

Анализ эффективности внедрения автоматизированной системы
коммерческого учета электроэнергии по фидеру 84-09 ПС «Солнечная»
тема

Руководитель	<u>Е.В. Платонова</u> подпись, дата	<u>к.т.н., доц.</u> должность, ученая степень	<u>Е.В. Платонова</u> инициалы, фамилия
Выпускник	<u>Н.В. Галицкая</u> подпись, дата		<u>Н.В. Галицкая</u> инициалы, фамилия
Нормоконтроллер	<u>И.А. Кычакова</u> подпись, дата		<u>И.А. Кычакова</u> инициалы, фамилия

Абакан 2022