

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт управления бизнес-процессами и экономики  
Кафедра «Бизнес-информатика»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ А.Н. Пупков

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

09.03.03.01 «Прикладная информатика в экономике»

«Разработка автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии  
(на примере ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго»)

Руководитель \_\_\_\_\_ доц. кафедры БИ, к.т.н Р.И. Кузьмич

Руководитель \_\_\_\_\_ ст. пр. кафедры ЭУБП В.В. Бородкина

Выпускник \_\_\_\_\_ О.Р. Гусева

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ Д.В. Спиридонов

Красноярск 2019

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт управления бизнес-процессами и экономики  
Кафедра «Бизнес-информатика»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ А.Н. Пупков

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019г.

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

Студенту Гусевой Ольге Романовне

Группа УБ15-10Б

Направление 09.03.03.01 Прикладная информатика в экономике

**Тема выпускной квалификационной работы** Разработка автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (на примере ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго»)

Утверждена приказом по университету № 9363/с от 20.06.2019 г.

**Руководитель ВКР** Р.И. Кузьмич, доцент кафедры «Бизнес-информатика», кандидат технических наук

**Исходные данные для ВКР:** выгрузка данных со счетчиков ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго»

**Перечень разделов ВКР:**

1. Анализ энергетической отрасли
2. Анализ существующей системы коммерческого учета электроэнергии
3. Разработка автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии

**Перечень иллюстративного материала:**

- Тема бакалаврской работы;
- Цели и задачи бакалаврской работы;
- Анализ деятельности предприятия;
- Оценка существующей системы коммерческого учета электроэнергии «Бурятэнерго»;
- Разработка модели автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии;
- Оценка экономической эффективности внедрения автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии.

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ Р.И. Кузьмич

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ В.В. Бородкина

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ О.Р. Гусева

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

## РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа по теме «Разработка автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (на примере ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго»)» содержит 91 страницу текстового документа, 6 приложений, 42 использованных источника, 23 рисунка, 12 таблиц, 4 формулы.

ЭНЕРГЕТИКА, АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА,  
КОММЕРЧЕСКИЙ УЧЕТ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ, БАЗА ДАННЫХ

Объект исследования – филиал ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго»

Целью бакалаврской работы является разработка автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии, создание базы данных об энергопотреблении предприятия, создание инструмента для расчёта необходимых параметров сети, создание простого и удобного пользовательского интерфейса.

Задачи разработки:

- провести анализ энергетического рынка в России и в мире;
- провести анализ энергетического рынка в Республике Бурятия;
- провести анализ ПАО «МРСК Сибири» и филиала «Бурятэнерго»;
- оценить существующую систему коммерческого учета электроэнергии;
- предложить мероприятия по совершенствованию системы коммерческого учета электроэнергии;
- разработать информационную систему, способную оптимизировать процесс;
- оценить экономическую эффективность разработанной системы.

Результат работы – созданная автоматизированная система учёта электроэнергии, которая обладает удобным интерфейсом, обеспечивает сбор и обработку данных об энергопотреблении предприятия, и позволяет рассчитывать и контролировать необходимые параметры сети.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	6
1 Анализ энергетической отрасли .....	8
1.1 Анализ энергетического рынка в России и мире.....	8
1.2 Анализ энергетического рынка в Республике Бурятия .....	15
1.3 Роль информационных технологий в развитии энергетической отрасли .	24
2 Анализ существующей системы коммерческого учета электроэнергии .....	33
2.1 Характеристика «МРСК Сибири» и филиала «Бурятэнерго».....	33
2.2 Оценка существующей системы коммерческого учета электроэнергии «Бурятэнерго» .....	42
2.3 Мероприятия по совершенствованию системы коммерческого учета электроэнергии.....	49
3 Разработка автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии.....	54
3.1 Разработка модели автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии.....	54
3.2 Обоснование выбора программного обеспечения и технологии для разработки автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии.....	61
3.3 Оценка экономической эффективности внедрения автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии.....	71
Заключение .....	80
Список сокращений .....	82
Список использованных источников .....	84
Приложение А .....	88
Приложение Б.....	89
Приложение В .....	90
Приложение Г.....	91
Приложение Д .....	92
Приложение Е.....	93

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время электроэнергетика является одной из ведущих отраслей российской экономики. Именно электроэнергетика обеспечивает электрификацию народного хозяйства за счет рационального производства и распределения электроэнергии.

Вследствие перехода к рыночной экономике, зародилась потребность увеличить результативность управления энергопотреблением, поскольку это соответствует экономическим интересам потребителей и поставщиков электроэнергии. Одним из вариантов решения данной задачи является четкий учёт и контроль электроэнергии. Данное направление должно обеспечить значительную часть общего энергосбережения.

Новые экономические отношения в сфере управления энергопотреблением проявляются в формировании единого рынка электроэнергии. Следовательно, рынок электроэнергии должен представлять собой многокомпонентный механизм согласования экономических интересов поставщиков и потребителей электроэнергии.

Одним из самых важных компонентов рынка электроэнергии является его инструментальное обеспечение, которое представляет собой совокупность систем, приборов, устройств, каналов связи, алгоритмов и т. п. для контроля и управления параметрами энергопотребления. Основной областью формирования и развития инструментального обеспечения являются автоматизированные системы контроля и учета потребления электроэнергии.

Целью данной работы является разработка автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- проведение анализа энергетического рынка в России и в мире;
- проведение анализа энергетического рынка в Республике Бурятия;
- проведение анализа ПАО «МРСК Сибири» и филиала «Бурятэнерго»;

- проведение оценки существующей системы коммерческого учета электроэнергии;
- предложение мероприятий по совершенствованию системы коммерческого учета электроэнергии;
- разработка информационной системы, способной оптимизировать процесс;
- оценка экономической эффективности разработанной системы.

## **1 Анализ энергетической отрасли**

### **1.1 Анализ энергетического рынка в России и мире**

Электроэнергетика является одной из ведущих отраслей современной экономики и имеет важнейшее межотраслевое значение, поскольку уровень и качество энергосбережения определяют условия производственной деятельности потребителей и обслуживания населения. Как в мировой, так и в отечественной экономике роль энергетики продолжает возрастать. Россия располагает значительными запасами энергетических ресурсов и мощным топливно-энергетическим комплексом, что является основой для развития российской экономики, а также важным инструментом при проведении внешней и внутренней политики страны. Только технологически продвинутая, инвестиционно-привлекательная электроэнергетическая отрасль позволит добиться повышения конкурентоспособности всех российских производителей и стабильного роста ВВП.

Для России наиболее важными вопросами являются энергосбережение и энергоэффективность, а также создание в стране новой законодательной базы по международному сотрудничеству в сфере развития энергетики, разработка российских энергетических доктрин и завершение поэтапного перехода к полностью конкурентоспособному энергетическому рынку, совершенствование правовых механизмов в сфере развития энергетики и ее тарифного регулирования.

Российская энергетическая система функционирует на основе сочетания технологической и коммерческой инфраструктуры, действующей под государственным контролем, с одной стороны, и взаимодействующих между собой в конкурентной среде организаций, осуществляющих выработку и сбыт электроэнергии.

К организациям технологической инфраструктуры относятся компания, управляющая единой национальной электрической сетью (ПАО «Федеральная



сетевая компания)), организация, осуществляющая диспетчерское управление (АО «Системный оператор Единой энергетической системы»), межрегиональные распределительные сетевые компании (МРСК). Коммерческая инфраструктура включает в себя ОАО «Администратор торговой системы» и его дочернюю организацию ОАО «Центр финансовых расчетов». Деятельность инфраструктурных организаций, в том числе ценообразование и условия взаимодействия с контрагентами, регулируются государством.

Генерирующие компании осуществляют выработку и реализацию электроэнергии на оптовом или розничных рынках сбытовым организациям либо крупным конечным потребителям (участникам оптового рынка). Сбытовые организации приобретают электроэнергию и осуществляют её реализацию конечным потребителям.

Сбыт электроэнергии конечным потребителям могут осуществлять следующие категории сбытовых компаний: гарантирующие поставки, энергосбытовые организации, а также напрямую производители электрической энергии и мощности.

Энергосбытовые организации свободны в выборе потребителей, с которыми они заключают договор энергосбережения.

Оперативно-диспетчерское управление в единой энергосистеме России осуществляет Системный оператор (АО «СО ЕЭС»), главной функцией которого является контроль за соблюдением технологических параметров функционирования энергосистемы. Для исполнения этой функции Системный оператор может отдавать обязательные к исполнению команды генерирующим и сетевым компаниям, потребителям с регулируемой нагрузкой [6].

Основными задачами сетевых компаний являются передача электроэнергии и технологическое присоединение новых потребителей. В то же время сетевая компания является естественной монополией, и ее деятельность регулируется государством, что подразумевает не только установление тарифов

на передачу электроэнергии, но и предоставление потребителям равноправного, недискриминационного доступа к услугам сетей.

В настоящее время ЕЭС России по-прежнему является крупнейшим в мире высокоавтоматизированным комплексом, обеспечивающим производство, передачу и распределение электроэнергии, а также централизованное оперативно-технологическое управление этими процессами. Единая энергетическая система России состоит из 70 региональных энергосистем, которые, в свою очередь, образуют 7 объединенных энергетических систем: Восточная, Сибирская, Уральская, Средневожская, Южная, Центральная и Северо-Западная. Все энергосистемы соединены межсистемными высоковольтными линиями электропередачи напряжением 220-500 кВ и выше и работают в синхронном режиме.

Электроэнергетический комплекс ЕЭС России состоит из 748 электростанций мощностью свыше 5 МВт. По состоянию на 1 января 2018 года общая установленная мощность электростанций ЕЭС России составила 239812,2 МВт [6].

Также следует прояснить позиции РФ на мировом энергетическом рынке. Россия является пятым энергетическим рынком в мире по объему производства и потребления электроэнергии после Китая, США, Индии и Японии. В 2017 году выработка электроэнергии в РФ составила 1,090 млрд. кВт\*ч (таблица 1).

Таблица 1 – Производство электроэнергии по странам мира в 2017 году, млрд. кВт\*ч [26]

Страна	Производство
Китай	6,529
США	4,251
Индия	1,541
Япония	1,101
Россия	1,090
Канада	712
Германия	653

Окончание таблицы 1

Страна	Производство
Бразилия	585
Южная Корея	579
Франция	551
Саудовская Аравия	345
Великобритания	336

Более наглядно данные представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Производство электроэнергии по странам мира в 2017 году [26]

В свою очередь, Россия занимает пятое место по потреблению электроэнергии, уступая вышеупомянутым странам. В 2017 году оно составило 889 млрд. кВт\*ч. Наибольший вклад в потребление электрической энергии внёс сектор обрабатывающего производства. На его долю приходится около 30% от всего объема потребления электроэнергии в России за 2017 год [26]. Более подробно потребление электроэнергии представлено на рисунке 2.



Рисунок 2 – Потребление электроэнергии в РФ в разрезе секторов экономики

Основными потребителями электроэнергии в России являются население и промышленность. Это обусловлено тем, что большинство промышленных предприятий работает на электрической энергии. Наиболее высокое потребление электроэнергии характерно для таких отраслей, как металлургия, алюминиевая и машиностроительная промышленность.

Для сравнения динамика потребления электроэнергии промышленностью и населением представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Динамика потребления электроэнергии населением и промышленностью Российской Федерации [30]

Анализ состояния и перспектив социально-экономического развития России и ситуации на мировом энергетическом рынке показывает, что российская электроэнергетика сталкивается с рядом сложных внутренних проблем и неординарных внешних вызовов.

Среди основных внутренних проблем и ограничений развития следует выделить следующие:

1) Низкие темпы роста и текущая регрессия российской экономики, существенно-замедляющие рост внутреннего спроса на топливо и энергию и снижающие инвестиционную активность в ТЭК.

2) Ухудшение ресурсной базы топливных отраслей по мере истощения действующих месторождений, снижение масштабов и качества новых геологических открытий, что увеличивает капиталоемкость освоения сложных и удаленных провинций.

3) Технологическое отставание российского ТЭК от уровня развитых стран и высокий уровень зависимости от импорта некоторых видов оборудования, материалов и услуг, что в условиях санкций может отсрочить реализацию отдельных инвестиционных проектов.

4) Высокий износ инфраструктуры и производственных фондов.

5) Чрезмерная зависимость от внешних нестабильных энергетических рынков.

6) Ограниченные возможности привлечения доступных долгосрочных финансовых ресурсов.

Тенденции и перспективы развития электроэнергетики заложены в Энергетической стратегии России на период до 2035 года.

Целью Стратегии является переход энергетического сектора страны через структурную трансформацию на более высокий, качественно новый уровень, максимально содействующий динамичному социально-экономическому развитию Российской Федерации [22].

Необходимая структурная трансформация, в частности, включает в себя:

- изменение качественной и возрастной структуры основных производственных фондов за счет ускоренно модернизации;
- увеличение доли высокопроизводительных рабочих мест в общей структуре занятости в отраслях ТЭК;
- изменение соотношения организаций с разными формами собственности в сторону увеличения числа независимых компаний и обеспечения развития рыночной конкурентной среды;
- увеличение структуре производства, внутреннего потребления и экспорта продукции ТЭК доли продукции с высокой степенью переработки;
- увеличение доли распределенной генерации в общем объеме генерации (в зависимости от структур и концентрации нагрузки в региональных энергетических системах);
- рост доли потребления более высококачественной и экологически чистой по всему циклу производства энергетической продукции;
- изменение структуры инновационной деятельности отраслей ТЭК в сторону увеличения расходов на НИОКР и на повышение качества человеческого капитала;
- существенное увеличение доли отечественного оборудования, товаров и услуг в закупках хозяйствующих субъектов ТЭК (импортозамещение).

Указанные структурные изменения, в свою очередь, повысят инвестиционную привлекательность и эффективность инвестиций, станут решающим фактором повышения энергоэффективности производства и потребления, снижения энергоемкости.

При сохранении имеющихся тенденций, без введения дополнительных механизмов государственного управления в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности, к 2020 году можно ожидать снижение энергоемкости не более чем на 15%, по сравнению с уровнем 2007 года, что почти в 3 раза ниже, чем целевой ориентир, определенный Указом Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. №889.

Для обеспечения высоких темпов взаимосогласованного развития экономики и энергетики и достижения поставленной цели необходимо решить задачу максимальной реализации имеющегося потенциала энергосбережения и повысить энергетическую эффективность во всех отраслях экономики до уровня лучших мировых практик.

Для этого следует использовать весь арсенал инструментов развития энергосбережения и повышения энергоэффективности, доказавших свою результативность в мировой практике.

Основным направлением в повышении энергетической эффективности российской экономики должно стать развитие технологического и организационного энергосбережения на основе государственного регулирования и стимулирования с соответствующей экономией затрат потребителей и умеренным ростом цен на энергоресурсы [22].

Надежная и эффективная работа отрасли требует значительных финансовых вложений. Между тем слабая эластичность спроса на электроэнергию, поздняя реакция рынка на возникновение ограниченности генерирующих мощностей, значительный временной разрыв между началом строительства электрических станций и вводом их в эксплуатацию снижают инвестиционную привлекательность отрасли.

## **1.2 Анализ энергетического рынка в Республике Бурятия**

Энергетический сектор в Байкальском регионе обладает огромным потенциалом, особое место в нем занимает Республика Бурятия, энергосистема которой работает в составе Единой энергетической системы России. На территории Республики Бурятия расположены следующие поставщики электроэнергии и мощности на Оптовый рынок электрической энергии:

– Гусинозерская ГРЭС – филиал АО «Интер РАО – Электрогенерация»;

– Улан-Удэнская ТЭЦ-1 «Генерация Бурятии» – филиал ПАО «ТГК-14» (в состав входят также Улан-Удэнская ТЭЦ-2, Тимлюйская ТЭЦ – поставщики тепловой энергии и горячего водоснабжения);

Электростанции, поставляющие электроэнергию на розничный рынок:

– ТЭЦ ОАО «Селенгинский ЦКК» – станция промышленного предприятия;

– Бичурская СЭС;

– дизельные электростанции – используемые в аварийных и ремонтных схемах. Собственниками являются различные субъекты электроэнергетики (сетевые компании, крупные потребители).

Из основных сетевых компаний, работающих на территории Республики Бурятия, необходимо выделить:

– филиал ПАО «ФСК ЕЭС» Забайкальское предприятие МЭС – эксплуатация электрических сетей и подстанций напряжением 220 кВ и выше;

– филиал ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго» – эксплуатация электрических сетей и подстанций напряжением 110 кВ и ниже;

– АО «Улан-Удэ Энерго» – эксплуатация электрических сетей и подстанций напряжением 35 кВ и ниже в г. Улан-Удэ;

– Восточно-Сибирская дирекция по энергообеспечению Трансэнерго ОАО «РЖД» эксплуатация электрических сетей и подстанций;

Помимо крупных сетевых компаний в Республики Бурятия осуществляют деятельность 19 территориальных сетевых компаний. Потребители электроэнергии – субъекты оптового рынка электроэнергии и мощности на территории Республики Бурятия. Так, по состоянию на 8 мая 2014 г. гарантирующим поставщиком является филиал ОАО «МРСК Сибири» – «Читаэнергосбыт»: ООО «Главэнергосбыт» закупает для ОАО «Разрез Тугнуйский»; ООО «Русэнергосбыт» – для ОАО «РЖД» на территории Бурятии; ЗАО «Система» – для ООО «Тимлюйский цементный завод»; ООО «Инженерные изыскания» – для ОАО «Бурятзолото».



Функции оперативно-диспетчерского управления осуществляет филиал АО «СО ЕЭС» «Региональное диспетчерское управление энергосистемы Республики Бурятия» (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика энергосистемы Республики Бурятия [29]

Показатель	Значение
Площадь территории, тыс. км <sup>2</sup>	351,3
Население республики, тыс. чел.	984,870
Потребление электроэнергии 2017 г., млн. кВт*ч	5478,8
Максимум потребления мощности, 2017 г., МВт.	965,14
Установленная мощность электростанций всего, МВт	1384,77
Гусиноозерская ГРЭС, МВт	1 190,00
Улан-Удэнская ТЭЦ-1, МВт	148,77
Селенгинский ЦКК, МВт	36,00
Солнечные ЭС, МВт	10,00
Протяженность ВЛ 500-110 кВ и ниже, всего, км.	32774,02
ВЛ 500 кВ (в работе на 220 кВ), км.	312,7
ВЛ 220 кВ, км.	3011,3
ВЛ 110 кВ, км.	2999,5
ВЛ 35 кВ и ниже, км.	26 450,52
Количество подстанций, шт.	8995
Напряжением 220 кВ, шт.	25
Напряжением 110 кВ и ниже, шт.	241
ТП, РП, КТП, шт.	8756

В республике существует два электрически не связанных между собой энергорайона – Южный и Северобайкальский. На рисунке 4 представлена общая схема электрических сетей Республики Бурятия.



Рисунок 4 – Карта-схема электрических сетей Республики Бурятия

Регион обладает огромным энергетическим потенциалом, включая запасы нефти, газа, конденсата, угля, природного урана, а также ресурсы приливной, ветровой, гидро- и геотермальной энергии. Однако слаборазвитая энергетическая и транспортная инфраструктура по-прежнему являются серьезным препятствием для развития любых видов деятельности на Дальнем Востоке и в Восточной Сибири, что является причиной низкой конкурентоспособности производимой здесь продукции, товаров и услуг [29].

Основные проблемы энергоснабжения в регионе:

- недостаточная надежность электроснабжения Тункинского и Окинского районов;
- физический и моральный износ оборудования электростанций и электрических сетей: на протяжении длительного времени в связи с недостатком финансовых средств ремонтно-восстановительные и

профилактические работы в сетях энергосистемы в необходимых объемах не проводились. Износ основных фондов достигает 83,4%, в т.ч. износ линий электропередач и устройств к ним 81,89%, износ оборудования – 85%.

– слабое развитие электрических сетей, из-за чего многие районы республики (главным образом в зоне Байкало-Амурской магистрали и Байкальской территории) отличаются низкой надежностью энергоснабжения, энергодефицитны, не могут подключить потребителей. Питание Баунтовского, Кижингинского, Хоринского, Еравнинского районов осуществляется по одной ВЛ-110 кВ протяженностью около 600 км;

– высокий уровень потерь электроэнергии [29].

Существующие проблемы и ограничения дальнейшего развития энергетики Республики Бурятия обусловлены как технологическими факторами, препятствующими социально-экономическому развитию районов и региона в целом, так и структурными факторами, которые затрудняют координацию хозяйственной деятельности предприятий энергетики на данной территории (таблица 3).

На территории Республики Бурятия существуют два энергорайона, расположенные на большом расстоянии друг от друга и не имеющих непосредственной электрической связи: Южный с потреблением 870,2 МВт (районы, прилегающие к Транссибирской магистрали) и Северобайкальский участок с потреблением 94,9 МВт (вдоль трассы БАМ), зарегистрированным 13 декабря 2017 года. Общее максимальное электропотребление Республики Бурятия зафиксировано 18 февраля 2014 года и составило 972 МВт. Кроме того, осуществляется передача электроэнергии и мощности в энергосистему Забайкальского края до 285 МВт и энергосистему Монголии с максимально допустимым перетоком 245 МВт.

Существующее электропотребление ЭС Республики Бурятии обеспечивается работой Гусиноозерской ГРЭС (1190 МВт), кроме Северобайкальского участка. Нагрузка Северобайкальского участка, покрытие

максимумов потребления, нерегулярных колебаний нагрузки обеспечивается перетоком из энергосистемы Иркутской области (230 МВт).

Дефицитным энергорайоном в энергосистеме в настоящий момент является Северобайкальский энергорайон Республики Бурятия. Эта проблема усугубляется тем, что в связи с дальнейшими планами развития экономики Российской Федерации планируется увеличение грузоперевозок по Байкало-Амурской магистрали.

Не менее важной проблемой является то, что на всей территории Республики Бурятия электрические сети имеют низкий уровень автоматизации и наблюдаемости распределительных сетей (в том числе дистанционный мониторинг, управление, самодиагностика и самоадаптация к режиму работы сети).

В целом на сегодняшний день баланс достаточен для нормального функционирования энергосистемы, однако имеются ограничения для подключения новых потребителей в районе оз. Байкал, в зоне Байкало-Амурской магистрали, в восточных районах республики и г. Улан-Удэ.

К 2025 г. южный и северный энергорайоны на территории Республики Бурятия необходимо объединить единой электрической схемой. Общее электропотребление к указанному периоду составит 2 100 МВт.

Таблица 3 – Факторы, влияющие на развитие энергетики региона

Факторы	Характеристика
Институциональные	Наличие и характер института общественного контроля за энергетикой
	Развитость института государственно-частного партнерства в энергосфере [17]
	Механизм электронных тендеров на строительство и ремонт региональных линий электропередачи, степень его прозрачности
	Степень развитости общих экономических институтов в экономике региона (институт независимого суда, институт корпоративного управления и др.)
	Характер взаимодействия федеральных и региональных властей, а также органов местного самоуправления по вопросам развития энергетики региона [31]

Окончание таблицы 3

Факторы	Характеристика
Технологические	Высокий износ основных средств, неудовлетворительный темп ввода новых мощностей
	Отсутствие проработанных и согласованных инвестиционных проектов по развитию энергетической системы Республики Бурятия, отработанных нормативно-правовых взаимоотношений участников энергопроцессов [7]
	Более низкий уровень развития промышленного потенциала по сравнению с промышленно и инфраструктурно развитыми соседними регионами (Иркутская область и Забайкальский край)
	Опережающее развитие энергетической, транспортной и складской инфраструктуры в Иркутской области и Забайкальском крае
Организационно-структурные	Большое количество субъектов энергетики (производители (генераторы) энергоресурсов, сетевые организации, сбытовые организации, управление) на территории республики вносит дополнительные сложности при решении вопросов перспективного развития, а также приводит к необходимости координации деятельности предприятий и их эффективного взаимодействия для обеспечения надежного энергоснабжения потребителей. Разноподчиненность субъектов рынка энергетических услуг оказывает негативное влияние на развитие всего энергокомплекса региона. Неурегулированность вопросов взаимодействия различных уровней власти и учреждений, осуществляющих оперативное управление своей работой, препятствует проведению единой политики в сфере всего энергокомплекса в целом
Режимно-эксплуатационные	Высокая энергоемкость региональной экономики
	Необходимость реформы теплоснабжения и жилищно-коммунального хозяйства
	Перекрестное субсидирование по видам потребителей
	Сложная, не достаточно обоснованная система образования и дифференциация тарифов энергообслуживания в регионе
	Неопределенность топливной базы электроэнергетики
	Недостаточная управляемость энергосистемой
	Высокие издержки операционной деятельности отрасли
	Неоптимальная загрузка электростанций
	Нехватка генерирующих мощностей и сетевые проблемы при постоянном росте энергопотребления
Ориентация в топливном балансе электростанций на природный газ	

В соответствии с постановлением «О Государственной программе Республика Бурятия «Развитие транспорта, энергетики и дорожного хозяйства» (с изменениями на 11.12.2018 г.) на период 2014–2021 гг. основной целью развития энергосистемы республики является «обеспечение надежного и бесперебойного энергоснабжения потребителей республики с возможностью подключения перспективных потребителей». Автором проанализированы

региональные программы развития энергетического комплекса в рамках энергоэффективности и энергосбережения (таблица 4).

Таблица 4 – Основные направления развития энергетического комплекса Республики Бурятия [14]

Элемент программы	Энергетика	Энергосбережение
Цели	Обеспечение потребностей экономики региона энергетическими ресурсами (тепловой и электрической энергией) с учетом повышения эффективности их использования	Снижение потребления энергетических ресурсов в отраслях экономики Республики Бурятия
Задачи	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снятие инфраструктурных ограничений при технологическом присоединении новых потребителей</li> <li>2. Создание условий для повышения производительности работы тепловых станций республики и подключения перспективных потребителей электроэнергии</li> <li>3. Снижение потерь в электрических сетях</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Развитие энергосбережения и повышение энергетической эффективности в ТЭК, на транспорте, в муниципальных образованиях</li> <li>2. Развитие нетрадиционных и возобновляемых источников энергии</li> </ol>
Целевые индикаторы (показатели) программы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Протяженность линий электропередач, построенных и реконструированных субъектами энергетики, км</li> <li>2. Объем выработанной электрической энергии субъектами энергетики, млн. кВт*ч.</li> <li>3. Доля потерь электрической энергии, %</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Удельный расход топлива на выработку электрической энергии тепловыми электростанциями, кг у.т./кВт*ч</li> <li>2. Количество транспортных средств, использующих природный газ, газовые смеси, сжиженный углеводородный газ в качестве моторного топлива, зарегистрированных на территории Республики Бурятия, шт.</li> <li>3. Удельный расход электрической энергии в многоквартирных домах (в расчете на 1 м<sup>2</sup>), кВт*ч/м<sup>2</sup></li> <li>4. Ввод мощностей генерирующих объектов, функционирующих на основе использования возобновляемых источников энергии, на территории Республики Бурятия, МВт</li> </ol>

Окончание таблицы 4

Элемент программы	Энергетика	Энергосбережение
Основные мероприятия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Строительство объектов 35–330 кВ субъектами электроэнергетики</li> <li>2. Реконструкция ВЛ 110кВ</li> <li>3. Замена голого провода на СИП по территориям республики субъектами электроэнергетики</li> <li>4. Замена турбогенераторов на Улан-Удэнской ТЭЦ-1, на Гусиноозерской ГРЭС</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в топливно-энергетическом комплексе, на транспорте, в муниципальных образованиях</li> <li>2. Реализация мероприятий по энергосбережению</li> <li>3. Проведение энергетических обследований в учреждениях муниципальных образований</li> <li>4. Внедрение нетрадиционных и возобновляемых источников энергии</li> </ol>
Ожидаемые результаты реализации	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличение выработки электроэнергии субъектами энергетики до 6 277 млн кВт*ч;</li> <li>2. Снижение доли потерь электрической энергии до 20 %</li> <li>3. Повышение энергобезопасности региона, снятие инфраструктурных ограничений, подключение перспективных потребителей</li> <li>4. Приведение потерь электрической энергии к нормативным значениям, снижение коммерческих потерь</li> <li>5. Подключение новых потребителей, развитие г. Улан-Удэ и прилегающих районов республики</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снижение удельного расхода топлива на выработку электрической энергии тепловыми электростанциями до 0,28 кг у.т./кВт*ч</li> <li>2. 2. Снижение удельного расхода электрической энергии в многоквартирных домах (в расчете на 1 м2 общей площади) до 32,62 кВт*ч/м2</li> </ol>

Для снижения потерь мощности и электрической энергии филиалом разработана «Программа энергосбережения и повышения энергетической эффективности» на период до 2020 года.

Программой предусмотрено:

- замена провода сетей напряжением 110-35 кВ с увеличением сечения для повышения пропускной способности ВЛ;
- замена неизолированного на изолированный провод в электрических сетях 0,4 кВ;

- замена устройств подогрева приводов выключателей на более энергоэффективные (с более высоким КПД);
- внедрение технического учета в электрических сетях;
- отключение силовых трансформаторов на ПС с сезонной нагрузкой;
- выравнивание нагрузок по фазам в распределительной сети 0,4 кВ;
- внедрение энергоэффективных светильников, реле-регуляторов уличного освещения;
- внедрение системы АИИС КУЭ.

Реализуемые в регионе меры по развитию энергетической инфраструктуры не позволяют прогнозировать в средне- и долгосрочной перспективе полное устранение существующего дисбаланса и удовлетворение растущего спроса на энергопотребление, поскольку выбранные приоритеты не отвечают задачам оптимизации энергетического баланса Республики Бурятия, повышения эффективности энергопотребления за счет внедрения энергосберегающих технологий, сокращения потерь в сетях общего пользования. Для реализации энергетического потенциала регионам потребуется осуществлять согласованные действия для создания устойчивых условий с принятием долгосрочных энергетических политик, которые будут привлекать новые инвестиции в регион и его энергетическое будущее.

### **1.3 Роль информационных технологий в развитии энергетической отрасли**

Роль IT-технологий на современных предприятиях трудно переоценить. Это особенно актуально для стратегического сектора экономики и, конечно, энергетики. Экономика всей страны зависит от точной и бесперебойной работы энергетических компаний. Чем сложнее производство и бизнес-процессы на предприятии, тем большую роль играет автоматизация этих процессов.

За последние пятнадцать лет предприятия и IT-компании прошли серьезный путь от разработки и внедрения простых систем бухгалтерского



учета до сложных ERP-систем, которые автоматизируют все бизнес-процессы современного территориально-распределенного предприятия.

Основными информационными задачами производства электроэнергии являются автоматизация систем технологических процессов и контроль над установленным оборудованием. Применение самых передовых технологий электрогенерирующими компаниями позволяет повысить результативность работы, обеспечить стабильность процессов работы оборудования и повысить генерирующие мощности.

В настоящее время энергетические компании используют большое количество различных информационно-аналитических систем управления, используя как стандартные решения от известных поставщиков, так и собственные разработки программного обеспечения.

Рассмотрим основные информационные системы, применяемые в настоящее время в отрасли, которые в графическом виде представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 – Основные информационные системы, применяемые в электроэнергетике

К основным информационным системам, применяемым в электроэнергетике, относятся следующие:

1) ERP-системы (Enterprise Resource Planning, планирование ресурсов предприятия) – это комплексная система автоматизированного управления административно-финансовой и хозяйственной деятельностью предприятия.

ERP затрагивают ключевые аспекты деятельности энергетических компаний, такие как производство, планирование, финансы и бухгалтерия, материально-техническое снабжение и управление кадрами, сбыт, управление запасами, ведение заказов на изготовление (поставку) продукции и предоставление услуг. Целью создания таких систем является предоставление руководству объективной и достоверной информации для принятия управленческих решений, а также создание инфраструктуры электронного обмена данными с поставщиками и их потребителями.

Основные функции ERP систем [5]:

- бухгалтерский учет, заказы, счет-фактура;
- управление складом и связями с клиентами;
- прогнозирование производства и другие.

Внедрение ERP необходимо для следующей задачи – повышение эффективности работы энергопредприятия с помощью информационных технологий. Особое внимание направлено на решение конкретных прикладных бизнес-задач. Внедрение системы позволяет повысить уровень эффективности бизнеса и значительно улучшить экономические результаты, сократить затраты. ERP-системы предназначены для управления людскими, финансовыми и производственными ресурсами.

2) MES-системы (Manufacturing Execution Systems или Manufacturing Enterprise Solutions, системы управления производством продукции) – системы оперативного управления, позволяющие оптимизировать производственные процессы. MES объединяют инструменты и методы управления производством электроэнергетических компаний в режиме реального времени [5]. Основные функции систем MES:

- сбор фактических данных о процессе производства в реальном времени;
- оперативное и детальное планирование работ и оптимизация производственных графиков;
- управление документами и качеством продукции;
- управление персоналом и др.

Используя данные уровни планирования и контроля, MES-системы управляют текущей производственной деятельностью в соответствии с поступающими заказами, требованиями нормативной документации, актуальным состоянием оборудования, преследуя при этом цели максимальной эффективности и минимальной стоимости исполнения производственных процессов.

Также необходимо пояснить отличие MES-систем от ERP-систем. MES-системы осуществляют оперативное планирование и, используя точную информацию о технологических процессах, отвечают на вопрос: как в заданный срок и в заданном количестве выпускается продукция, а ERP-системы направлены на объемное планирование, т.е. отвечают на вопрос: когда и сколько продукции должно быть изготовлено.

Тем не менее, основное отличие состоит в том, что MES-системы предназначены для работы исключительно с производственной информацией, что позволяет скорректировать либо полностью пересчитать план в течение рабочей смены столько раз, сколько это необходимо. В ERP-системах из-за большого объема административно-хозяйственной и учетно-финансовой информации, перепланирование может осуществляться не чаще 1 раза в сутки. MES-система является связующим звеном между ориентированными на финансово-хозяйственные операции ERP-системами и оперативной деятельностью предприятия на уровне отдельного производственного подразделения.

3) EAM-системы (Enterprise Asset Management, управление основными фондами) – системы управления основными фондами электроэнергетических

компаний, автоматизирующие поддержку полного цикла жизни оборудования. Под термином «Asset» в общем случае понимаются не только основные фонды, но любое оборудование, подлежащее учету [5].

Система ЕАМ позволяет увеличить производственные мощности путем осуществления следующих мер:

- оптимизации распределения товарно-материальных запасов;
- уменьшения времени на проведение инвентаризации фондов;
- оптимизации операций снабжения в области управления закупками;
- ускорения процесса ремонта оборудования;
- увеличения времени безотказной работы оборудования;
- увеличения срока службы оборудования;
- управления затратами на производственный цикл оборудования.

Одной из главных задач ЕАМ-системы является переход от обслуживания оборудования по нормативным срокам к обслуживанию «по реальному состоянию», что влечет за собой получение прибыли для электроэнергетических компаний.

4) АСКУЭ (автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии) представляет собой комплекс контрольно-измерительных приборов, коммуникаций связи (сетей передачи данных), компьютерных и программных средств (ПО). Основные задачи АСКУЭ – измерение, сбор, обработка, накопление, отображение и документирование информации о полученной, переданной, распределенной и отпущенной энергии. Работа системы начинается со сбора данных с электросчетчиков, подключенных к точкам коммерческого учета на объектах энергосистемы через измерительные трансформаторы. Полученная информация передается по каналам связи в центр сбора и обработки информации через устройства сбора и передачи данных [32].

Аппаратура центра сбора информации выполняет прием, проверку достоверности и первичную подготовку данных. Также центр сбора выполняет задачу повторного запроса не пришедших данных по основному или

резервному каналу связи. Полученные данные поступают в базу данных, выполняющую роль ведения архивов измеренных значений количества энергии, мощности и показателей качества электрической энергии. При организации базы данных предусматриваются процедуры санкционированной коррекции данных в ручном режиме.

Следующая задача АСКУЭ – обработка накопленных данных и формирование отчетов – решается на автоматизированном рабочем месте пользователей системы, взаимодействующих с центральным сервером базы данных по локальной сети.

В последнее время роль АСКУЭ возрастает. Без их внедрения предприятия не могут выходить на свободный рынок электроэнергии. Без информационных систем этого типа невозможно определить количество реально поставленной потребителям электрической энергии.

5) SCADA-системы (Supervisory Control and Data Acquisition, диспетчерское управление и сбор данных). SCADA-системы широко используются в диспетчерском управлении. Компьютер вместе с установленным на нем специализированным программным обеспечением обеспечивает сбор данных и их представление в удобном для человека виде, и являются пультом управления системой SCADA. Основой пирамиды являются датчики и преобразователи, которые преобразуют физические параметры контролируемого объекта (температуру, давление, силу тока, напряжение) в формализованные информационные сигналы. Середину пирамиды составляют контроллеры, измеряющие сигналы с датчиков и преобразующие их в цифровую форму, обеспечивающие локальную обработку данных, передающие данные по каналам связи в центральную ЭВМ [5].

Крупные SCADA-системы обычно состоят из нескольких уровней. Каждый уровень обеспечивает наблюдение и контроль за своей зоной ответственности. Данные, собранные нижестоящим уровнем, поступают в систему вышестоящего уровня. С вышестоящего уровня поступают команды

управления. Это классическая схема: восходящий поток данных и нисходящий поток команд.

б) Биллинговые системы решают задачу увеличения сбора средств за предоставляемые услуги, осуществления их точного учета и оптимизации финансовых потоков. Биллинговые системы призваны обеспечить:

- создание единого расчетного центра;
- консолидацию финансовой и расчетной информации по всем абонентам;
- создание единой системы расчетов с абонентами;
- ведение оперативного анализа и поддержку принятия решений руководством.

Анализ зарубежного опыта развития биллинговых систем позволяет выделить три основных этапа.

Первым этапом является установление порядка во взаимодействии поставщиков и потребителей услуг, в организации платежей и денежных расчетов, в налаживании контроля качества предоставляемых услуг. На этом этапе формируется информационная база и устанавливаются договорные отношения во взаимодействии служб, организаций и потребителей услуг.

На втором этапе расширяются связи между всеми участниками рынка, открывается возможность широкого выбора поставщиков услуг и видов услуг, увеличиваются территории обслуживания. На данном этапе биллинг предоставляет конкурентные преимущества при развитии связей между предприятиями и регионами.

Третий этап – формирование и предложение различных пакетов услуг и тарифных схем. Это неизбежно, так как отрасль имеет социальное значение. Услуги постоянно востребованы населением, стремящимся повысить уровень собственного комфорта и негативно воспринимающим увеличение его стоимости. Биллинг является ключевым инструментом для разработки различных пакетов услуг, наиболее подходящих той или иной категории

потребителей. Он способен удовлетворять амбиции предприятий и компаний, стремящихся к собственному развитию и завоеванию большей доли рынка.

Биллинг – невидимый, но необходимый инструмент развития отрасли, это и бизнес, и средство для его развития, но не «калькулятор».

7) CRM-системы (Customer Relationships Management, управление взаимоотношениями с клиентами) – это стратегия организации бизнеса, в которой отношение с клиентом ставится в центр деятельности предприятия, поскольку клиенты являются его основным активом. Основная цель CRM-стратегии – выявить наиболее «доходных» клиентов, научиться работать с ними наиболее эффективно, чтобы увеличить доход компании.

Системы класса CRM – комплекс инструментов по работе с информацией, включающий в себя клиентскую базу и методики, позволяющие систематизировать данные и регламентировать порядок работы с ними. Это автоматизированная система, которая позволяет компаниям поддерживать взаимоотношения с клиентами, собирать информацию о них и использовать ее в своих коммерческих целях. Они позволяют осуществлять продажи различных услуг и продуктов, отвечать на клиентские запросы, заниматься маркетингом, анализировать ситуацию на рынке.

Таким образом, при появлении в России свободного рынка энергоресурсов увеличивается степень внимания к отрасли со стороны стратегических инвесторов. Поэтому перед руководством энергетических компаний стоит задача повысить инвестиционную привлекательность возглавляемых ими рыночных единиц. Способом её решения для энергетиков являются информационные технологии.

Энергетика, которая осознаёт необходимость применения IT-средств, активно разрабатывает решения для информационно-технологических составляющих. Поэтому в стране активно обсуждаются вопросы интеграции рыночных механизмов энергетики. Риском является появление на рынке управляющих компаний, которые могут быть небольшими и недостаточно

профессиональными, что может повлечь за собой качество обслуживания потребителей.

Будущее внедрение информационных технологий в российские энергетические компании обусловлено необходимостью степени повышения фондоотдачи оборудования, которое эксплуатируется. Это приведет к интеграции поставляемого коммерческого учета электроэнергии, а энергораспределительные компании будут использовать автоматизированные системы расчетов с потребителями. Развитие ИТ-инфраструктуры огромно и строится на создании автоматизированных комплексных систем управления, которые поддерживают обеспечение сбора и интеграцию информации технологического процесса при помощи баз данных текущего времени, формировании ИТ-модели объекта, которым нужно управлять, на решении задач контроля, управления и анализа энергетического оборудования на основе соответствующей модели.

Таким образом, можно сделать вывод, что основным фактором, влияющим на развитие информационных технологий в российской электроэнергетике, является необходимость высокотехнологичного реформирования этой отрасли экономики.



## **2 Анализ существующей системы коммерческого учета электроэнергии**

### **2.1 Характеристика «МРСК Сибири» и филиала «Бурятэнерго»**

Публичное акционерное общество «Межрегиональная распределительная сетевая компания Сибири» (далее – ПАО «МРСК Сибири») осуществляет передачу и распределение электроэнергии на территории Сибирского федерального округа. Территория присутствия Компании превышает 1,9 млн. кв. км, что составляет около 11 % всей территории Российской Федерации [27].

На сегодняшний день в состав ПАО «МРСК Сибири» входят следующие филиалы:

- «Алтайэнерго»;
- «Бурятэнерго»;
- «Горно-Алтайские электрические сети»;
- «Красноярскэнерго»;
- «Кузбассэнерго-РЭС»;
- «Омскэнерго»;
- «Хакасэнерго»;
- «Читаэнерго».

Помимо филиалов в состав ПАО «МРСК Сибири» входят дочерние зависимые общества, а именно:

- АО «Тываэнерго», которое находится под управлением ПАО «МРСК Сибири».

МРСК Сибири – одна из крупнейших электросетевых компаний России, осуществляет оказание услуг по передаче электрической энергии, оказание услуг по технологическому присоединению энергопринимающих устройств (энергетических установок) юридических и физических лиц к электрическим сетям, является субъектом естественных монополий [27].

Основным акционером Общества является ПАО «Россети» – компания с преимущественно государственным участием.

Компания обеспечивает работу промышленности Сибирского федерального округа, представленную крупнейшими предприятиями черной и цветной металлургии, машиностроения, горнодобывающей и транспортной отраслей. Территория обслуживания ПАО «МРСК Сибири» представлена на рисунке 6.

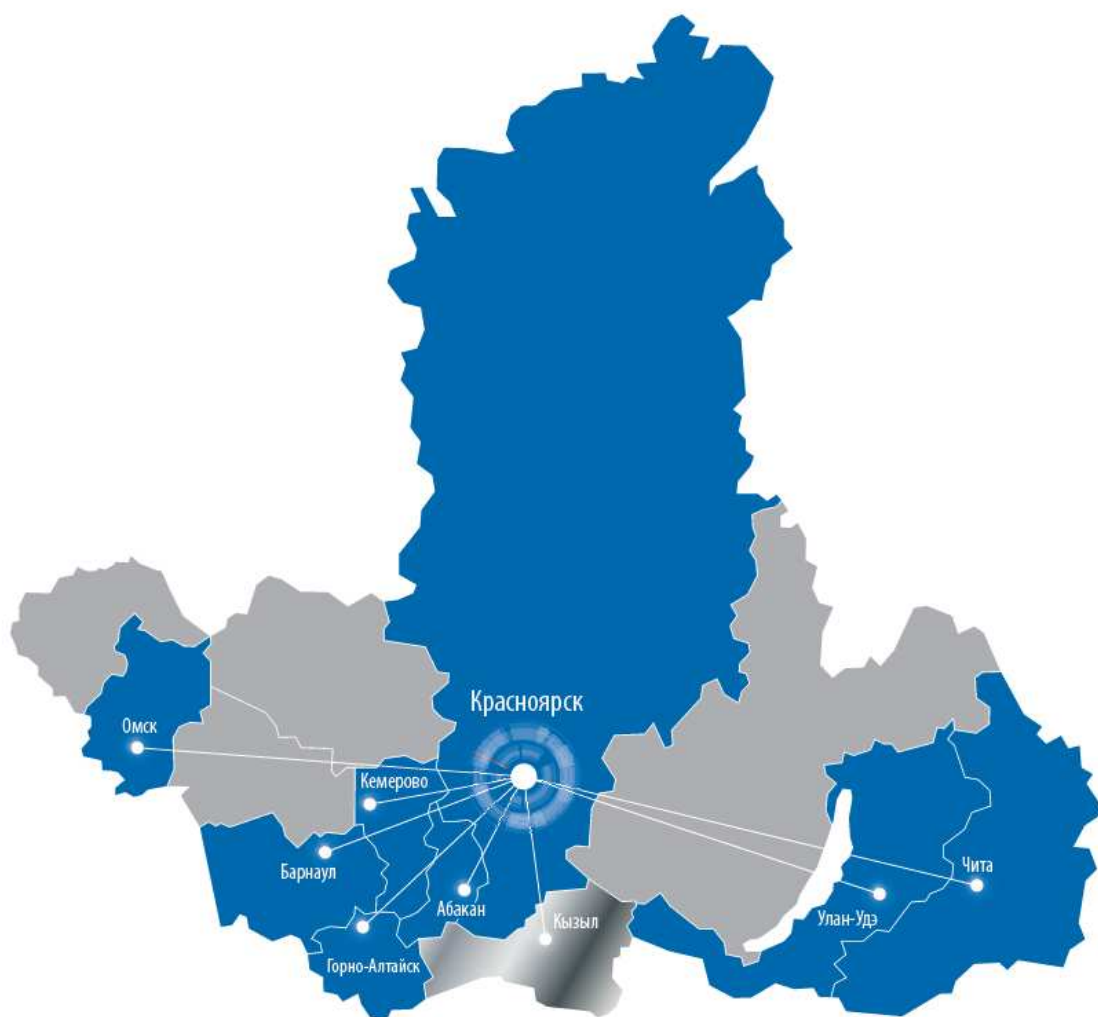


Рисунок 6 – Территория обслуживания ПАО «МРСК Сибири»

Миссией ПАО «МРСК Сибири» является стремление к эффективному управлению распределительными сетями, обеспечивающему надежное и качественное снабжение электрической энергией растущих потребностей

экономики и социального сектора Сибири по экономически обоснованной цене [27].

Компания, являясь неотъемлемой частью электросетевого комплекса РФ, руководствуется Стратегией развития электросетевого комплекса РФ, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 03.04.2013 № 511-р.

Основные направления развития Общества утверждены Программой реализации стратегических инициатив ПАО «МРСК Сибири» на 2017-2021 гг. (протокол Правления № 360 от 21.09.2017 г.).

Достижение приоритетных целей развития Компании оценивается применяемой в Компании системой ключевых показателей эффективности (КПЭ), установленной решением Совета директоров Общества от 04.04.2017 (протокол №229/17 от 07.04.2017).

Перед ПАО «МРСК Сибири» поставлены следующие стратегические цели:

- обеспечение надежности энергоснабжения потребителей;
- обеспечение качества их обслуживания;
- развитие инфраструктуры для поддержания роста экономики России;
- конкурентоспособные тарифы на электрическую энергию для развития промышленности;
- развитие научного и инновационного потенциала электросетевого комплекса, в том числе в целях стимулирования развития смежных отраслей;
- привлекательный для инвесторов «возврат на капитал» [27].

Повышение энергоэффективности и энергоресурсосбережение – один из приоритетов деятельности «МРСК Сибири».

Важный аспект деятельности электросетевого комплекса – внедрение энергоресурсосберегающей политики. В целом, основополагающими приоритетами энергетической стратегии и экологической политики МРСК Сибири, как одной из крупнейших распределительных сетевых компаний России, являются:

– полное и надежное обеспечение населения и экономики страны энергоресурсами по доступным и вместе с тем стимулирующим энергосбережение ценам;

– снижение удельных затрат на производство и использование энергоресурсов за счет рационализации их потребления, применения энергосберегающих технологий и оборудования, сокращения потерь на стадиях передачи, распределения и потребления электрической энергии.

Комплексное выполнение перечисленных мероприятий, при поддержке Федеральных и Региональных органов власти, приведет к снижению расходов из бюджетов всех уровней, повышению надежности электроснабжения, повышению качества электроэнергии, высвобождению мощности для технологического присоединения и снижению темпов роста тарифов на услуги, оказываемые МРСК Сибири.

Основными видами деятельности ПАО «МРСК Сибири» является оказание услуг по передаче электрической энергии по распределительным сетям и оказание услуг по техническому присоединению энергопринимающих устройств (энергетических установок) юридическим и физическим лицам к электрическим сетям на территории Республики Бурятия, Алтай, Хакасия, Красноярского, Забайкальского и Алтайского краев, Кемеровской, Омской областей [27].

Дополнительно Общество осуществляет следующие виды деятельности:

- оперативно-техническое обслуживание;
- испытание объектов электросетей;
- подключение/отключение потребителей;
- услуги связи;
- транспортные услуги;
- услуги аренды;
- осуществление полномочий единоличного исполнительного органа;
- прочие виды услуг.

Основу производственной деятельности Компании составляют строительство и обслуживание сетевой инфраструктуры – линий электропередачи и подстанций. 96% выручки приходится на поступления от услуг по передаче электроэнергии, 4% – на поступления от подключения мощностей новых потребителей.

Филиал «Бурятэнерго» является одним из основных структурных подразделений ПАО «МРСК Сибири», которое занимается управлением распределительным электросетевым комплексом Сибирского Федерального округа.

ОАО «Бурятэнерго» было зарегистрировано 2 сентября 1958 года. Однако, в рамках завершающего этапа реформирования электроэнергетической отрасли РФ 31 марта 2008 года ОАО «Бурятэнерго» прекратило свое существование как юридическое лицо и вошло на правах филиала в состав ОАО «МРСК Сибири», которое было образовано в целях эффективного управления распределением электрической энергии на территории Сибири [29].

Основной вид деятельности компании – транспортировка и распределение электрической энергии. Филиал ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго» обеспечивает бесперебойное снабжение электрической энергией потребителей Республики Бурятия.

В настоящее время «Бурятэнерго» обеспечивает снабжение электрической энергией на территории более 350,000 кв. км. с населением около 1,000,000 человек [27].

Бурятская энергосистема граничит и имеет электрические связи с энергосистемой Иркутской области, Забайкальским краем, Республикой Тыва (только географически) и Монголией.

Протяжённость воздушных линий (ВЛ) филиала ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго» составляет 25665,9 км, в том числе кабельных линий (КЛ) – 151,4 км, количество подстанций разного типа – 201.

В состав филиала «Бурятэнерго» входят 4 производственных отделения, объединяющие между собой 24 Района электрических сетей:

- Центральные ЭС;
- Южные ЭС;
- Байкальские ЭС
- Городские ЭС.

Структура филиала представлена на рисунке 7.



Рисунок 7 – Структура филиала «Бурятэнерго»

В 2018 году в сети филиала ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго» из сетей Федеральной сетевой компании, от производителей электрической энергии и смежных сетевых компаний в общей сложности было отпущено 4 576,355 млн. кВт\*ч электроэнергии. Передано конечным потребителям и территориальным сетевым компаниям 3 941,564 млн. кВт\*ч. Потери электрической энергии составили 634,791 млн. кВт\*ч или 13,87% от отпущенной в сеть электроэнергии (рисунок 8) [29].

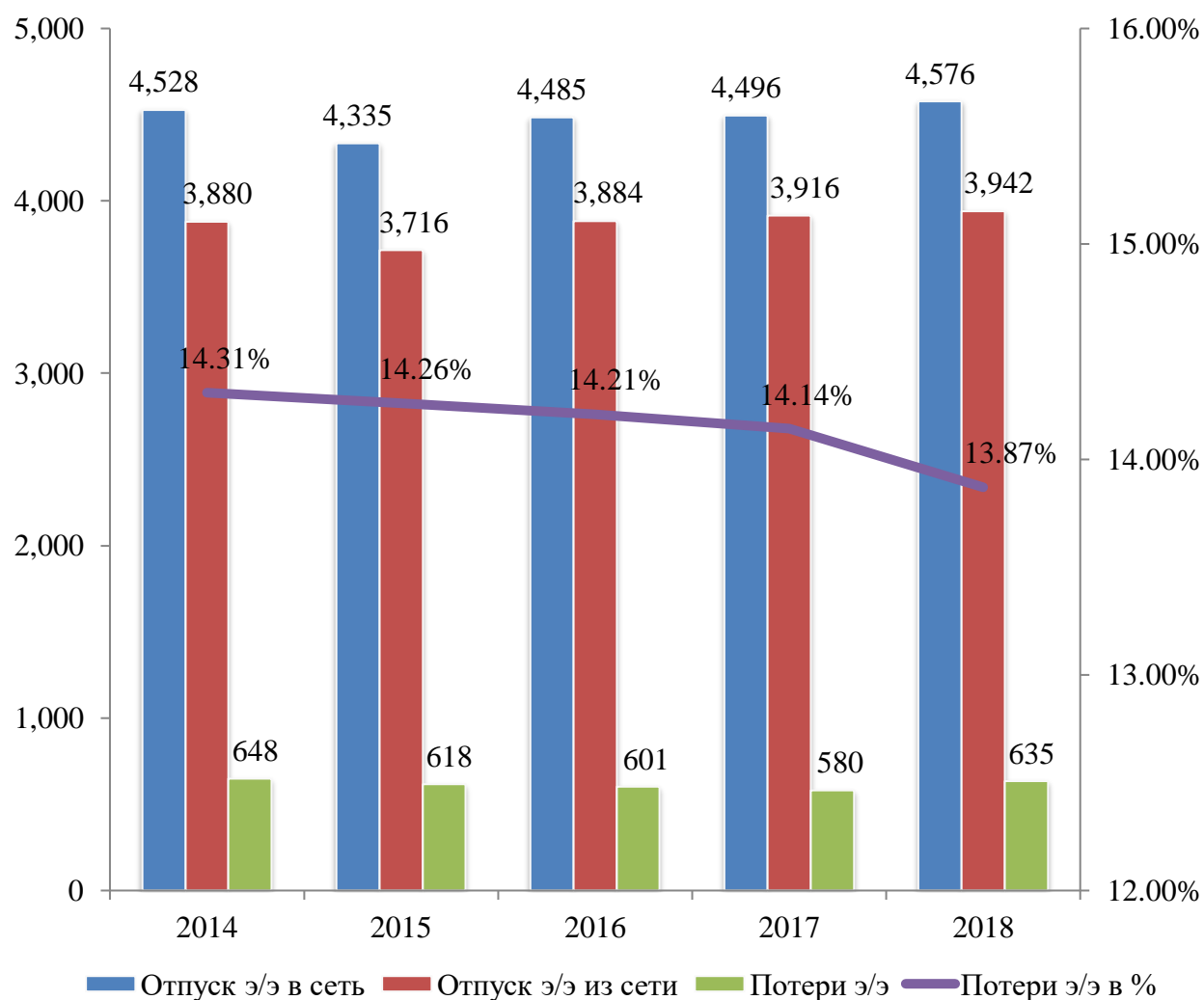


Рисунок 8 – Динамика показателей за 5 лет

По итогам работы ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго» в 2018 году объем переданной электроэнергии конечным потребителям и ТСО в границах балансовой и эксплуатационной ответственности составил 3941,564 млн. кВт\*ч, что в сравнении с показателями 2017 года (3915,938 млн. кВт\*ч) на 25,626 млн. кВт\*ч или 0,65% больше [29].

Необходимо отметить положительную динамику в снижении потерь электроэнергии в филиале ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго», начиная с 2014 года. Снижение потерь электроэнергии за период с 2014 по 2018 год на 13,209 млн. кВт\*ч было достигнуто в результате проводимых комплексных мероприятий по снижению потерь электрической энергии.

В наибольшей степени эффективность деятельности электросетевой компании характеризует состояние электрических сетей, в частности сведения о технологических нарушениях в работе сетей. Сведения о технологических нарушениях работы электрических сетей ПАО «МРСК Сибири» в том числе и «Бурятэнерго» представлены в приложении Б.

Как показывают данные, представленные в таблице, количество технологических нарушений в работе электрических сетей за 2018 год у филиала «Бурятэнерго» составило 642, что составляет 6,11% от общей суммы по ПАО «МРСК Сибири». В связи с подобными нарушениями недоотпуск электрической энергии за год по «Бурятэнерго» составил 404,64 тыс. кВт\*ч (8,96% от общей величины). Основные причины связаны с нарушениями в сетях иных собственников; воздействия стихийных бедствий; воздействие посторонних лиц и организаций, а также старение и износ оборудования. В целом за 2018 год продолжительность прекращений передачи электрической энергии в работе электрических сетей «Бурятэнерго» выше 1 кВ составила 891,4077 часов.

Уровень технологических нарушений по Республике Бурятия за 5 лет представлен на рисунке 9.

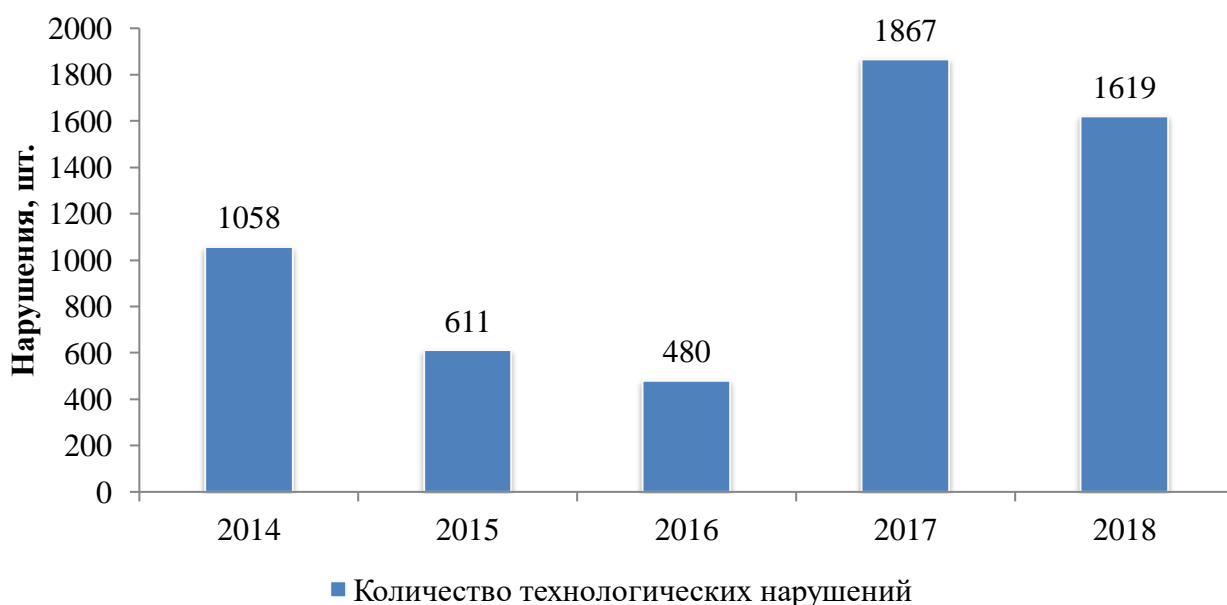


Рисунок 9 – Количество технологических нарушений [29]



Как показывает рисунок 9, наблюдается негативная тенденция к увеличению технологических нарушений, так в 2018 году уровень аварийности увеличился на 53,02% по сравнению с 2014 годом, но при этом по сравнению с 2017 годом наблюдается снижение нарушений на 13,28%.

В настоящее время наблюдается ухудшение технологического состояния электросетевого комплекса, электросетевое оборудование физически и морально устаревает.

На 2018 год физический износ объектов электрических сетей филиала ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго» составляет 26% [21].

Таким образом, по состоянию на 2018 год основная проблема филиала ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго» заключается в нехватке финансовых средств для обеспечения реконструкции и обновления электросетевого оборудования в связи с их высоким износом. Тем не менее, сегодня компания держит в стабильности и развивает все, что было достигнуто за долгие годы существования энергетики.

«Бурятэнерго» осуществляет инвестиционную деятельность, которая состоит из следующих инвестиционных программ: реконструкция зданий и сооружений, приобретение и реконструкция объектов недвижимости, создание и модернизация информационных систем, приобретение оборудования разного назначения, транспортных средств, техники и прочее. Основные параметры инвестиционной программы за 2016 и 2017 гг. по «Бурятэнерго» представлены в таблице 5 [11,12].

Таблица 5 – Параметры инвестиционной программы, млн. руб. без НДС

Параметры	2016	2017
Капитальные вложения	397	488
Ввод ОФ	384	553
Финансирование	457	548

Результатом инвестиционной программы 2017 г. стало увеличение мощности подстанций на 52 МВА, а также увеличение протяженности линий электропередач (ЛЭП) на 273 км.

Реализация инвестиционных проектов позволяет повысить надежность работы электрооборудования, ликвидировать дефицит и создать резерв мощности, что дополнительно ведёт к увеличению реализации электроэнергии, экономии средств на ремонт и эксплуатацию, снижению недоотпуска электроэнергии при аварийных отключениях.

## **2.2 Оценка существующей системы коммерческого учета электроэнергии «Бурятэнерго»**

Учет электроэнергии является непременным условием расчета между ее производителями и потребителями. Правильная организация учета электроэнергии необходима потому, что ее производство и потребление практически совпадают во времени и допущенная ошибка в учете электроэнергии при ее производстве или потреблении не поддается исправлению методом повторного изменения. Она может быть исправлена только косвенным, т.е. расчетным путем, однако такой расчет является приближенным.

Приборный учет электроэнергии должен обеспечивать требуемую точность измерения электрических параметров. Учет электроэнергии может быть предназначен:

- для определения технико-экономических показателей работы энергопредприятий и потребителей;
- для расчетов потребителей с энергоснабжающей организацией;
- для контроля расхода электроэнергии внутри электроустановки потребителя [34].















В данном случае единственным выходом из такой ситуации является объединение всех приборов учета в единую АСКУЭ, использование единой централизованной базы данных.

### **2.3 Мероприятия по совершенствованию системы коммерческого учета электроэнергии**

В связи с объективной необходимостью вести в едином автоматизированном режиме информационную базу показаний приборов учета электроэнергии потребителей, а также для формирования данных об объемах потребленной электроэнергии за расчетный период предлагается модернизировать существующую в производственном отделении «Байкальские электрические сети» филиала ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго» систему учета потребления электроэнергии.

В ПО БЭС необходимо ввести соответствующую последним требованиям АСКУЭ для автоматизации следующих основных процессов учета коммерческой электроэнергии:

- автоматизированный сбор данных по учету электроэнергии;
- поддержка дерева аналитики по договорам, поставщикам электроэнергии и потребителям;
- учет потерь электроэнергии;
- ведение расчетов по суточному, месячному, годовому учету электроэнергии;
- достоверизация и контроль полноты данных по учету электроэнергии.

Конечным результатом внедрения АСКУЭ станет достижение следующих целей:

- автоматический сбор информации о потребленной электроэнергии потребителями и передача информации в УТЭЭ;
- повышение точности учета электрической энергии у потребителей, включая формирование баланса по каждому потребителю на заданный период;

– улучшение условий труда технологического и управленческого персонала.

Внедрение АСКУЭ позволит получить современный, многофункциональный измерительно-аналитический инструмент, который необходим для решения следующих задач:

– поддержка централизованного учета электроэнергии с возможностью избирательного анализа потребления электроэнергии по группе потребителей или единичному потребителю;

– формирование оперативной информации о состоянии измерительных комплексов;

– повышение оперативности контроля и учета электроэнергии;

– снижение эксплуатационных затрат.

АСКУЭ должна создаваться как многоуровневая информационно-измерительная система с централизованным управлением и распределенной функцией выполнения измерений.

Как правило, автоматизированная система учета электроэнергии (АСКУЭ) состоит из трех уровней:

1) Первый уровень – счетчики электроэнергии.

2) Второй уровень включает в себя устройства сбора и передачи данных (УСПД). УСПД может передавать данные о потреблении электроэнергии двумя способами: с использованием сети мобильного оператора, т. е. в данном случае УСПД выполняет функцию GSM – модема, или с использованием иных каналов связи (оптико-волоконных сетей и т.д.).

3) Третий уровень включает в себя сервер и программное обеспечение для обработки данных, получаемых с приборов учета электроэнергии [16].

Если визуально представить систему, то она будет иметь вид, представленный на рисунке 13, но следует, отметить, что состав технических и программных средств может быть весьма разнообразным.

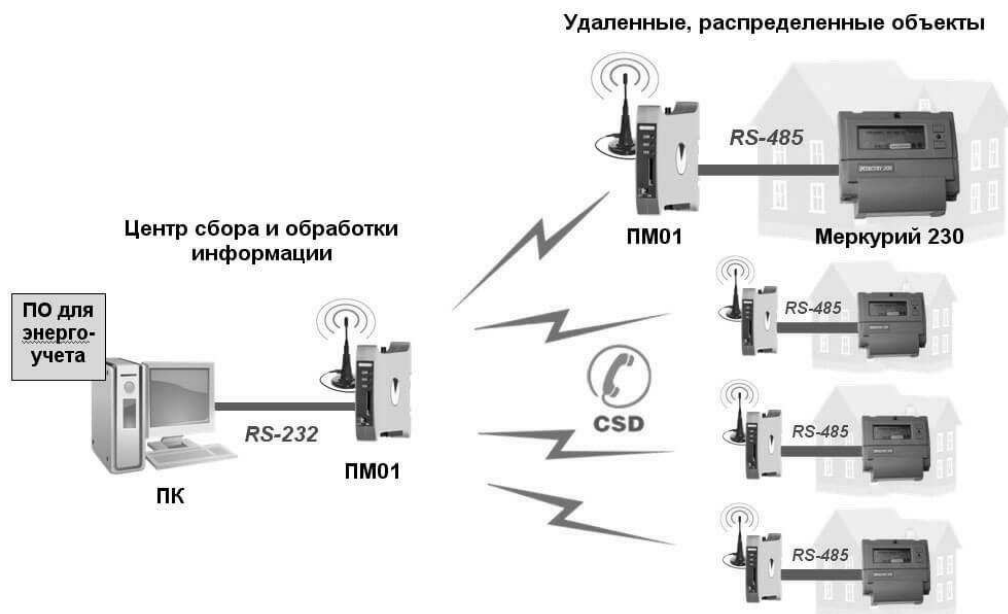


Рисунок 13 – Структурно-функциональная схема АСКУЭ

Концепция автоматизированной системы учета подразумевает проектирование АСКУЭ в рамках высокотехнологичного решения ряда задач: от задачи взаиморасчета за электроэнергию, до решения проблемы выявления потерь и неучтенного потребления.

Проектирование, дальнейшее создание и эксплуатация системы АСКУЭ предполагает полный комплекс работ, направленных на ее успешное функционирование и разделяется на три этапа:

- 1) Создание АСКУЭ – от проекта до пуска наладки.
- 2) Организация нормального функционирования систем передачи данных.
- 3) Техническое сопровождение в период эксплуатации [32].

Создание АСКУЭ затрагивает все внедренческие этапы: проектирование, поставка, монтажные и пусконаладочные работы, внесение системы в Государственный реестр измерительных средств, сертификацию и метрологические поверки. Особое внимание следует уделять системам передачи данных – как правило, наибольшая доля неисправностей системы происходит на этапе доставки данных. Для устойчивого обмена данными предполагается создание центром управления и мониторинга, технические

решения для организации проводных и беспроводных каналов связи и сетевые решения для потоков информации.

Затраты на создание АСКУЭ и ее стоимость не имеют смысла без должного технического сопровождения, которое включает в себя:

- профилактические и планово-предупредительные работы;
- диагностика сбоев и отказов;
- устранение последствий аварий, в т.ч. и оперативное;
- дальнейшая модернизация системы на программном и функциональном уровне.

Организация АСКУЭ позволит решить самые сложные задачи на высоком профессиональном уровне, с конкурентной стоимостью работ и минимальными сроками.

Комплекс программно-технических средств системы включает в свой состав приборы учета электроэнергии, устройства передачи данных на сервер системы или рабочие станции. Вся работа системы направлена на создание условий качественного и своевременного контроля электроэнергии.

Установка систем АСКУЭ производится по следующему алгоритму:

1) Создание рабочего проекта, где разрабатывается структура системы и ее отдельные уровни, составляется чертеж и другая сопутствующая конструкторская документация.

2) Выбирается система передачи данных, с учетом преимуществ, недостатков и возможностей технической реализации.

3) На основе проектной сметы приобретается необходимое оборудование;

4) Производится монтаж и наладка.

5) Осуществляется подбор состава обслуживающего персонала и, при необходимости его обучение.

6) Ввод системы в эксплуатацию [32].

Поскольку это очень большая и серьезная работа, к ее выполнению привлекаются специализированные организации.

В данной выпускной квалификационной работе разработано приложение для мониторинга энергопотребления в электрических сетях производственного отделения «Байкальские электрические сети» филиала ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго, которое позволит получать данные о текущем потреблении, осуществлять расчет потребления по группам счетчиков, выявлять неучтённое потребление.

Внедрение этой программы на предприятии позволит решить проблемы, связанные с неэффективным использованием энергоресурсов из-за организационных потерь и человеческого фактора. Эта программа будет дополнением к типовому программному обеспечению, поставляемому вместе с системой.

### **3 Разработка автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии**

#### **3.1 Разработка модели автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии**

Электроэнергетика – одна из приоритетных отраслей промышленности экономики страны, а электроэнергетический комплекс обуславливает уровень конкурентоспособности, а также динамику экономики государства, предприятия, поэтому в данной сфере стремятся к максимальной автоматизации, как производства, так и некоторых управленческих процессов.

Наименование программы: «Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии».

Функциональным назначением программы является организация единого информационного пространства поставки электроэнергии и обеспечение доступа к данным мониторинга электропотребления.

Программа предназначена для оптимизации деятельности энергоснабжающих организаций. Внедрение программы позволит в дальнейшем повысить эффективность обслуживания абонентов, легко контролировать потребление энергии и потери в электрических сетях.

Программа позволит:

- 1) Оперативно получать данные о текущем потреблении.
- 2) Осуществлять расчет потребления электроэнергии.
- 3) Осуществлять расчет размера оплаты потребленной электроэнергии.
- 4) Осуществлять расчет потерь электроэнергии.
- 5) Формировать отчет.

Внедрение этой программы на предприятии позволит решить проблемы, связанные с неэффективным использованием энергоресурсов из-за организационных потерь и человеческого фактора. Это, прежде всего, инструмент объективного и оперативного мониторинга.

Назначением системы является:

- автоматизация процессов обработки информации;
- своевременное обеспечение информацией специалистов предприятия для поддержания рабочего процесса;
- возможность объединения в единую базу данных различные приборы учета.

Исходя из всего вышесказанного, можно выделить следующие требования к создаваемой системе:

- 1) Расширяемость – возможность дальнейшего развития и совершенствования системы.
- 2) Быстрота – возможность обрабатывать в короткие сроки, массивы данных больших размеров.
- 3) Оперативность – система должна работать в реальном времени.
- 4) Интерфейс не должен быть привязан к определенному оборудованию, программному обеспечению, физическому месту.

Первым этапом разработки автоматизированной системы является создание базы данных, в которой будут храниться и обрабатываться данные.

В рассматриваемой предметной области можно выделить следующие сущности:

1) «Абоненты» содержит информацию о потребителе, т.е. номер лицевого счета потребителя, ФИО абонента, дата заключения договора о поставке услуг, место проживания и тип абонента.

2) «Приборы учета» содержит информацию о счетчике, а именно его заводской номер, номер ТУ, к которой он подключен, расположение ТУ, тип счетчика, его фазность и т.д.

3) «Показания» содержит информацию о показаниях, снятых с счетчиков, а именно текущие показания, ФИО работника, снявшего показания, вид считывания и т.д.

Каждая перечисленная выше сущность содержит различные атрибуты (таблица 6).

Таблица 6 – Атрибуты и типы атрибутов разработанной базы данных

№	Название	Атрибуты	Домен сущности
1	Абоненты	Код	Счетчик
		№ л/с	Числовой
		ФИО потребителя	Текстовый
		Тип абонента	Текстовый
		Район	Текстовый
		Населенный пункт	Текстовый
		Улица	Текстовый
		№ дома	Текстовый
		№ квартиры	Текстовый
РЭС	Текстовый		
2	Приборы учета	№ л/с	Числовой
		Заводской номер	Числовой
		Дата отключения	Дата/время
		Установка	Текстовый
		Номер ТУ	Числовой
		Расположение ТУ	Текстовый
		Тип прибора	Текстовый
		Фазность	Текстовый
		Коэффициент трансформации	Текстовый
		Привязка к ТП	Текстовый
		ТехнМесто	Текстовый
Подключение	Текстовый		
3	Показания	Заводской номер прибора учета	Числовой
		№ акта	Текстовый
		Последние показания	Текстовый
		Текущие показания	Текстовый
		Результат проверки	Текстовый
		Дата проверки	Текстовый
		Вид считывания	Текстовый
		ФИО работника, снявшего показания	Текстовый

Рассмотрим связи между выявленными сущностями:

1) Сущность «Абоненты» и сущность «Приборы учета» связаны между собой связью 1:М, так как один абонент может иметь несколько приборов учета.

2) Сущность «Приборы учета» и сущность «Показания» связаны между собой связью 1:1, так как на определенный момент времени прибор учета содержит только одни показания.

Концептуальная модель представлена в приложении В.



После создания всех таблиц, структура базы данных имеет следующие составляющие:

- таблица «Abonent»;
- таблица «Faznost»;
- таблица «Kooficient\_transformacii»;
- таблица «Nas\_punkt»;
- таблица «Podklucheniya»;
- таблица «Pokazaniya»;
- таблица «Pribor\_ucheta»;
- таблица «Privyazka\_TP»;
- таблица «Rabotniki»;
- таблица «Raion»;
- таблица «Raspolozhenie»;
- таблица «RES»;
- таблица «Rezultat\_proverki»;
- таблица «TechnMesto»;
- таблица «Tip\_pribora»;
- таблица «Ulitsa»;
- таблица «Ustanovka»;
- таблица «Vid\_shitivaniya».

Рассмотрим ключи для каждой таблицы данной логической модели.

В разрабатываемой БД дополнительное поле «Код», т.е. порядковый номер записи, будет являться ключом для следующих таблиц: районы, населенные пункты, улицы, РЭС, типы абонентов, расположение ТУ, фазности, подключения, ТехнМеста, установки, типы приборов, привязки к ТП, коэффициенты трансформации, показания, результаты проверок, виды считывания, работники.

Для таблицы «Pribor\_ucheta» ключом является поле «Заводской номер», а для таблицы «Abonent» – «№ лицевого счета».

Логическая модель представлена в приложении Г.

Физическое проектирование – создание схемы базы данных для конкретной СУБД. Специфика конкретной СУБД может включать в себя ограничения на именованые объектов базы данных, ограничения на поддерживаемые типы данных и т.п. Кроме того, специфика конкретной СУБД при физическом проектировании включает выбор решений, связанных с физической средой хранения данных (выбор методов управления дисковой памятью, разделение БД по файлам и устройствам, методов доступа к данным), создание индексов и т.д [8].

Физическая модель представлена в приложении Д.

Программа должна быть выполнена в виде клиентского приложения и взаимодействовать с конечными пользователями.

Приложение будет включать в себя 5 форм:

- «Главная форма»;
- «Потребители»;
- «Приборы учета»;
- «Показания»;
- «Расчет параметров сети».

Форма «Потребители» будет содержать основную информацию о потребителях, т.е. номер лицевого счета потребителя, ФИО абонента, дата заключения договора о поставке услуг, место проживания и тип абонента.

Форма «Приборы учета» будет содержать информацию о счетчике, а именно его заводской номер, номер ТУ, к которой он подключен, расположение ТУ, тип счетчика, его фазность и т.д.

Форма «Показания» будет содержать информацию о показаниях, снятых со счетчиков, а именно текущие показания, ФИО работника, снявшего показания, вид считывания и т.д.

На каждой из вышеперечисленных форм можно будет добавлять, изменять и удалять записи.

Форма «Расчет параметров сети» должна выполнять следующие функции:

- загрузка данных из файла в таблицу;
- очистка таблицы;
- расчет параметров сети;
- формирование отчета;
- сохранение отчета в файл.

Таблица на форме «Расчет параметров сети» будет содержать следующие данные:

- № лицевого счета;
- ФИО потребителя;
- заводской номер прибора учета;
- коэффициент трансформации напряжения;
- коэффициент трансформации тока;
- дату снятия показаний;
- отпуск в сеть;
- показания счетчика;
- потери в ЛЭП;
- реальные потери;
- расход энергии;
- оплата потребленной электроэнергии.

Входом процесса расчета параметров сети являются данные, которые снимаются приборами учета. Они записываются в отдельный файл, этот файл загружается в разрабатываемую программу.

Следующим этапом процесса является отчет, включающий всю расчетную информацию.

Загрузка данных с файла в приложение происходит при нажатии кнопки «Загрузить данные».

Входная информация: файл с показаниями приборов учета.

Итог этого этапа – загрузка в программу следующих параметров:

- № лицевого счета;
- ФИО потребителя;
- заводской номер прибора учета;
- коэффициент трансформации напряжения;
- коэффициент трансформации тока;
- дату снятия показаний;
- отпуск в сеть;
- показания счетчика.

Расчет параметров сети – основной процесс, который является предназначением программы. Данные обрабатываются по заранее заданным внутри программного кода формулам, и выдается результат.

Начало этого этапа происходит с подстановки параметров по одной из заданных формул.

В таблице будут рассчитываться следующие параметры сети: потери в ЛЭП, реальные потери, расход и оплата электроэнергии.

Расход электроэнергии определяется как разница показаний прибора учета на конец и начало расчетного периода, умноженная на коэффициенты трансформации напряжения и трансформации тока.

Потери в линии электропередач рассчитываются по формуле:

$$\Delta W_{кл} = \frac{1,1 * n * \rho * I^2 * L}{g * 0,001 * T}, \quad (1)$$

где  $n$  – число фаз линии = 3;

$\rho$  – удельное сопротивление материала (алюминий), Ом×мм<sup>2</sup>/м = 0,0271;

$I$  – среднеквадратичный ток линии, А = 5,3407;

$L$  – длина линии, м = 50;

$g$  – сечение провода, мм<sup>2</sup> = 240;

$T$  – время работы за расчетный период, час = 720.

Реальные потери рассчитываются путем вычитания из отпуска в сеть показаний счетчика и потерей в ЛЭП.

Оплата потребленной электроэнергии рассчитывается как расход электроэнергии умноженный на тариф за 1кВт.

В Республике Бурятия тариф за 1 кВт потребленной электроэнергии составляет 2,75 руб.

Итог этапа: рассчитанные показатели реальных потерь, расхода электроэнергии и размер оплаты потребленной электроэнергии.

Формирование отчета производится на основании данных, полученных в предыдущем шаге.

Выходная информация: отчет с данными. В отчете записаны исходящие данные и результат расчета. Это сделано с целью упрощения формирования отчетности и возможности анализировать динамику показаний.

Итого, использование системы учёта позволит:

- контролировать качество электроэнергии и потери;
- повысить точность учёта электроэнергии;
- автоматизировать сбор и обработку данных;
- обеспечивать энергосбережение предприятия.

### **3.2 Обоснование выбора программного обеспечения и технологии для разработки автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии**

Для выбора программного продукта необходимо знать его функционал, способность программного продукта при заданных условиях удовлетворять установленным требованиям. Также важен интуитивно понятный пользовательский интерфейс. Для определения языка программирования следует провести анализ средств основных возможностей языков программирования.

Языков программирования с 1970 года существует огромное множество, рассмотрим наиболее востребованные языки на сегодняшний день. В таблице 7 представлены данные по оценке рейтинга языков программирования согласно данным ТЮВЕ. ТЮВЕ – это индекс, который оценивает популярность языков программирования, основываясь на количестве поисковых запросов, содержащих название языка.

Таблица 7 – Рейтинг языков программирования на июнь 2019 [4]

№	Язык	Рейтинг
1	Java	15,004%
2	C	13,300%
3	Python	8,530%
4	C++	7,384%
5	Visual Basic .NET	4,624%
6	C#	4.483%
7	JavaScript	2,716%
8	PHP	2,567%
9	SQL	2,224%
10	Assembly language (Assembler)	1.479%

При выборе оптимального языка программирования для решения поставленной задачи, необходимо рассмотреть предназначение языков, а так же их достоинства и недостатки.

Java – один из самых популярных языков программирования. Он используется для разработки приложений под платформу Android и является основным языком для написания программ под операционную систему Google. Применение данного языка: от портативных компьютеров до центров данных, от игровых консолей до суперкомпьютеров, используемых для научных разработок, от сотовых телефонов до сети Интернет [36]. Java отличается быстротой, высоким уровнем защиты и надежностью. Основным преимуществом этого языка является его универсальность. Такая гибкость играет важную роль, когда дело доходит до повторного использования кода и обновления ПО.

Язык программирования C изначально разрабатывался для реализации операционной системы UNIX, но, впоследствии, был перенесён на множество

других платформ. Сейчас большинство популярных операционных систем, таких как Windows, OSX и Linux, написаны именно на языке C. Главным преимуществом является снижение использования оперативной памяти и максимальное быстродействие [19]. Язык программирования C оказал значительное влияние на развитие индустрии программного обеспечения, а его синтаксис стал основой для таких языков программирования, как C++, C#, Java и Objective-C.

Богатая стандартная библиотека является одной из привлекательных сторон Python. Он имеет инструменты для работы со многими сетевыми протоколами и форматами Интернета, например, модули для написания HTTP-серверов и клиентов, для разбора и создания сообщений электронной почты, для работы с XML[1]. Основным недостатком является невысокая скорость выполнения программ, а преимуществом – относительная легкость в изучении.

Язык C++ является универсальным выбором для разработки настольного программного обеспечения, а также приложений, требующих большого объема памяти для работы [42]. Этот язык обладает таким качеством, как объектно-ориентированное программирование, которое сложно поддерживать в C. Поэтому при создании драйвера видеокарты или написании алгоритма для финансовых торгов, язык C++ является самым лучшим вариантом [19]. Основным недостатком языка является его сложность и избыточность, что затрудняет его изучение.

Visual Basic.NET – язык программирования, который можно рассматривать как очередной виток эволюции Visual Basic (VB), реализованный на платформе Microsoft .NET. По возможностям и своему потенциалу мало в чем уступает таким языкам, как C++, C#, Java. Диапазон возможного программного обеспечения, которое может быть написано на этом языке, очень широк: это самые простые консольные утилиты и графические программы, игровые приложения и сложные высоконагруженные веб-службы. Достоинства данного языка: простой синтаксис, высокая скорость создания приложений с

графическим интерфейсом, основным же недостатком является поддержка ОС только семейства Windows[41].

C# является наиболее популярным языком для разработки приложений для Windows, веб-приложений на стороне сервера и для мобильных устройств. C# относится к семейству языков с C-подобным синтаксисом, из них его синтаксис наиболее близок к C++ и Java. C# позволяет стартовать разработку быстрее, а это позволяет быстрее получить прототип решения. По сравнению с C++ скорость разработки C# на начальном этапе проекта значительно выше [10].

Языки программирования, такие как PHP и JavaScript, используются для создания небольших клиентских и серверных приложений для Internet. Преимущество этих двух языков заключается в простоте изучения основ. Незначительным недостатком JavaScript может быть блокирование или приостановление выполнения некоторых JS-скриптов, в связи с неспособностью браузера интерпретировать код программы.

SQL (Structured Query Language — Структурированный язык запросов) — язык управления базами данных для реляционных баз данных. Сам по себе SQL не является Тьюринг-полным языком программирования, но его стандарт позволяет создавать для него процедурные расширения, которые расширяют его функциональность до полноценного языка программирования.

SQL создавался как простой стандартизированный способ извлечения и управления данными, содержащимися в реляционной базе данных. Позднее он стал сложнее, чем задумывался, и превратился в инструмент разработчика, а не конечного пользователя. В настоящее время SQL (по большей части в реализации Oracle) остается самым популярным из языков управления базами данных, хотя и существует ряд альтернатив [3].

Assembler — язык программирования низкого уровня, представляющий собой формат записи машинных команд, удобный для восприятия человеком. Команды языка ассемблера один в один соответствуют командам процессора и, фактически, представляют собой удобную символьную форму записи



(мнемокод) команд и их аргументов. Также язык ассемблера обеспечивает базовые программные абстракции: связывание частей программы и данных через метки с символьными именами и директивы [2].

Учитывая предназначение вышеперечисленных языков программирования, то такие языки, как Python, PHP, JavaScript и Assembler не подходят для разработки информационно-аналитического обеспечения, так как в основном предназначены для создания веб-приложений. У языка программирования C++ огромное количество плюсов, например, большие возможности при создании приложений по Windows, большая скорость работы приложений, в свою очередь, даже трудоемкость языка не повлияла на выбор.

Существует множество реализаций языка C++, как бесплатных, так и коммерческих и для различных платформ. Например, на платформе x86 это GCC, Visual C++, Intel C++ Compiler, Embarcadero (Borland) C++ Builder и другие. В качестве средства для визуальной разработки приложения выбрана среда Embarcadero RAD Studio 10.3 C++ Builder, позволяющая быстро решать поставленные задачи с помощью набора стандартных классов.

Для реализации БД была выбрана система управления базами данных Microsoft Access.

Достоинства:

- очень простой графический интерфейс, который позволяет не только создавать собственную базу данных, но и разрабатывать приложения, используя встроенные средства;

- хранит все данные в одном файле, хотя и распределяет их по разным таблицам, как и положено реляционной СУБД. К этим данным относится не только информация в таблицах, но и другие объекты базы данных;

- предлагает большое количество Мастеров, которые выполняют основную работу за пользователя при работе с данными и разработке приложений, помогают избежать рутинных действий и облегчают работу неопытному в программировании пользователю;

– распространенность, которая обусловлена тем, что Access является продуктом компании Microsoft;

– постоянно обновляется производителем, поддерживает множество языков;

– полностью совместим с операционной системой Windows;

– ориентированность на пользователя с разной профессиональной подготовкой, что выражается в наличии большого количества Мастеров, развитую систему справки и понятный интерфейс;

– широкие возможности по импорту/экспорту данных в различные форматы, от таблиц Excel и текстовых файлов, до практически любой серверной СУБД через механизм ODBC;

– наличие развитых встроенных средств разработки приложений. Большинство приложений, распространяемых среди пользователей, содержит тот или иной объем кода VBA (Visual Basic for Applications);

– наличие встроенного языка макрокоманд.

Схема данных разработанной БД представлена в приложении В.

Внешний вид клиентского приложения, после его запуска представлен на рисунке 14.

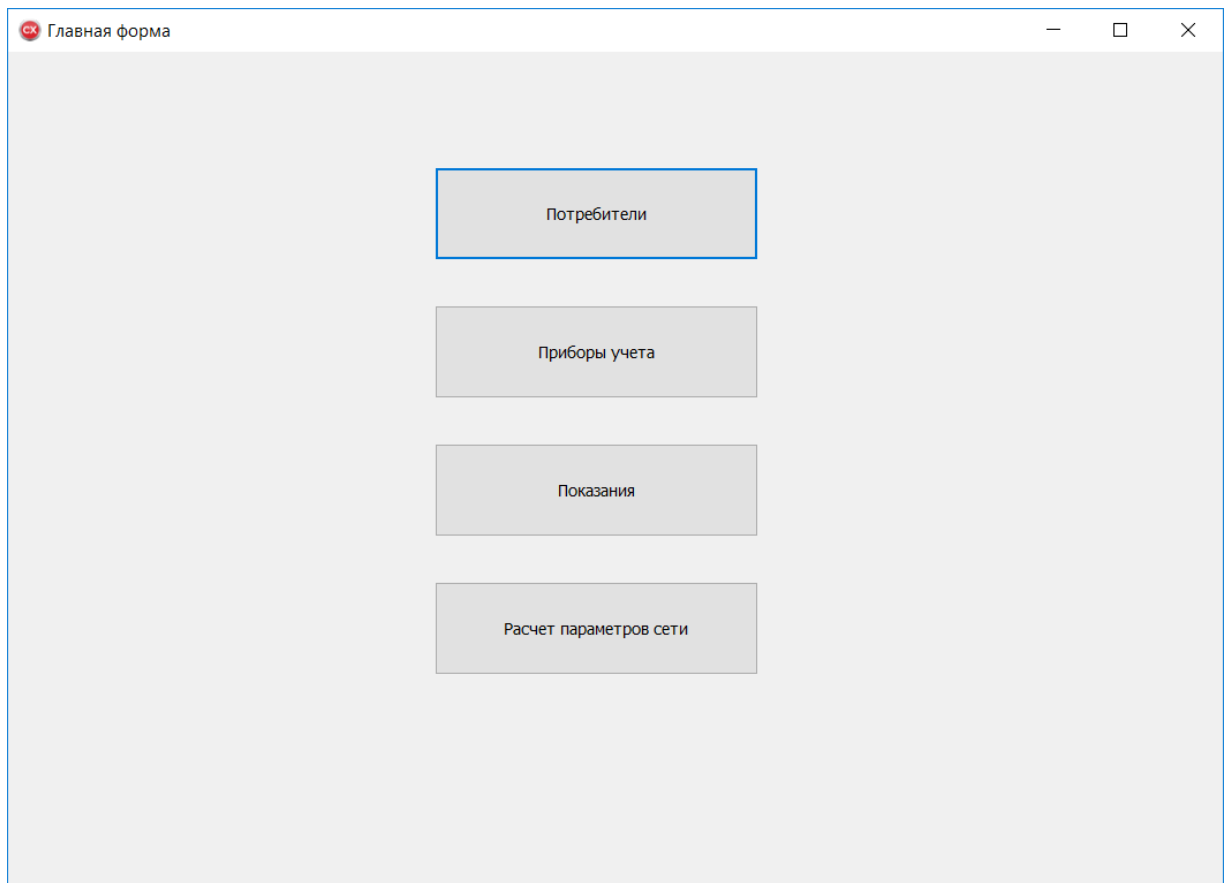


Рисунок 14 – Главная форма приложения

С главной формы мы можем перейти на следующие формы:

- «Потребители»;
- «Приборы учета»;
- «Показания»;
- «Расчет параметров сети».

К форме «Потребители» мы подключаем таблицу из БД, которая сформирована на основе запроса (рисунок 15).







### **3.3 Оценка экономической эффективности внедрения автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии**

Разработка и внедрение системы в организации должна приносить положительный эффект, который может отражаться, например, в повышении скорости формирования документов, сокращении затрат и приносить другие эффекты от ее использования. Сделать это достаточно сложно без внедрения программного продукта и его последующей апробации, но считается немаловажной процедурой. Поэтому в данном разделе необходимо провести расчеты затрат на проект и оценить эффективность от внедрения системы.

Под эффективностью подразумевается соотношение затрат и результатов от внедрения информационных технологий. В свою очередь, под затратами понимается совокупность затрат на приобретение установку, настройку и поддержку программного обеспечения, а также расходы, связанные с приобретением и поддержкой требуемых технических средств, обучением персонала и т.д. Под результатами понимается тот эффект, который достигается при внедрении и последующей эксплуатации программного обеспечения.

Диспетчеризация управления энергообъектами с помощью автоматизированной системы электроснабжения дает экономию потребляемой электроэнергии за счет снижения потерь электроэнергии, что является одной из важнейших задач любой снабжающей организации.

Фактические потери организации филиала ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго» за период с 2014 по 2018 г. постепенно снижаются. За 2018 г. они составили около 14%, что находится в пределах допустимой нормы (рисунок 21).





Единовременные затраты включают в себя:

- затраты на разработку программы;
- затраты на покупку и установку оборудования.

К текущим затратам отнесем затраты:

– на ежегодное обучение персонала, так как персонал уже имеет опыт работы с АСКУЭ, то нет необходимости нанимать новых людей;

- на техническое обслуживание АСКУЭ.

Для разработки программы необходимо:

– определить этапы разработки проекта и время на осуществление каждого из них;

- выполнить расчет трудоемкости по каждому из этапов;
- вычислить затраты на разработку решения.

Выделим этапы разработки проекта:

- разработка технического задания;
- изучение литературы;
- обработка и анализ информации;
- разработка плана решения задачи;
- разработка алгоритмов решения задачи и выбор среды программирования;

- разработка состава модулей;
- написание программы;
- отладка и тестирование программы;
- оформление документации;
- сдача проекта.

На этапе проектирования необходимо определить продолжительность каждой работы руководителем и исполнителем (начиная с составления технического задания и до оформления документации включительно).

Перечень работ по разработке системы и трудоемкость их выполнения приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Трудоемкость работ по разработке системы

Наименование работы	Длительность работы, (чел./дни)	
	Руководитель	Исполнитель
Разработка технического задания	1	2
Изучение литературы	-	2
Обработка и анализ информации	-	2
Разработка плана решения задачи	1	3
Разработка алгоритмов решения задачи и выбор среды программирования	1	3
Разработка состава модулей	1	10
Написание программы	-	15
Отладка и тестирование программы	1	5
Оформление документации	1	1
Сдача проекта	1	1
Итого	7	44

Привлечение руководителя проекта и исполнителя, т.е. инженера, будет осуществляться по договору ГПД (договору по оказанию услуг). В договоре будут установлены сроки выполнения работ.

Проанализируем средний размер зарплаты руководителя проекта в России по данным сайта по поиску работы (рисунок 22) [25].

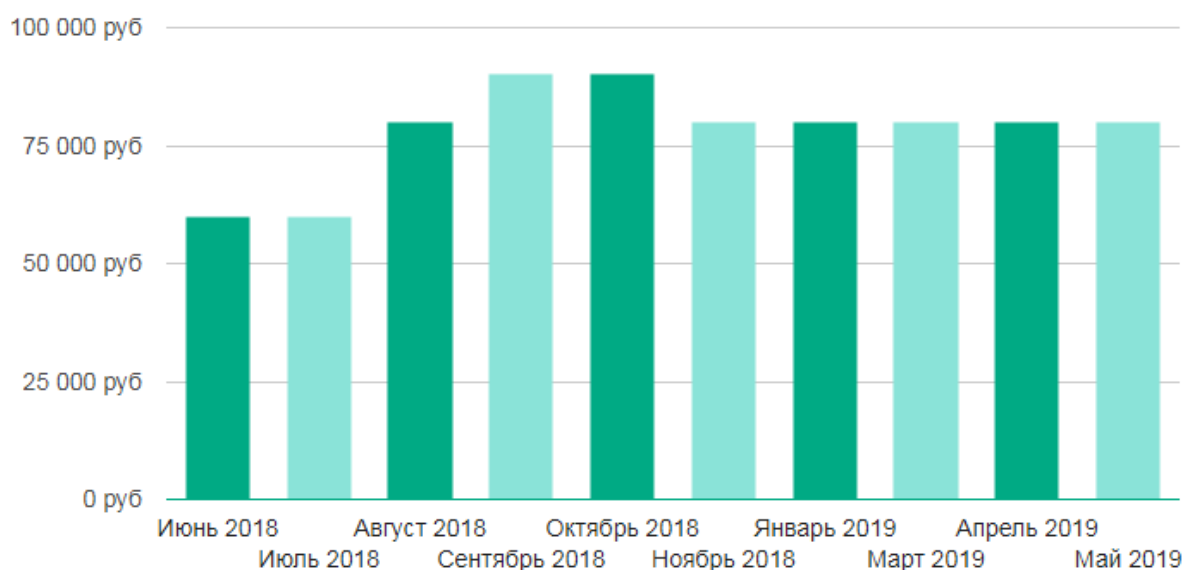


Рисунок 22 – Средний размер зарплаты руководителя проекта

Средний размер зарплаты составляет 78000 руб. в месяц, т.е. в день – 2666,67 руб.

Проанализируем средний размер зарплаты исполнителя проекта в России по данным сайта по поиску работы (рисунок 23) [24].

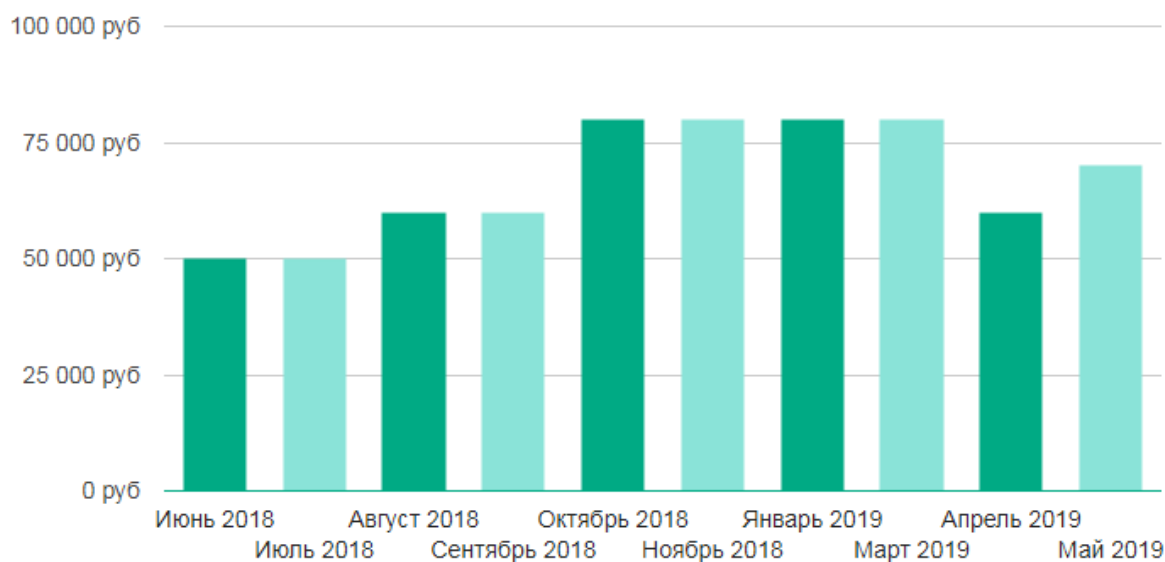


Рисунок 23 – Средний размер зарплаты исполнителя проекта

Средний размер зарплаты составляет 67000 руб. в месяц, т.е. в день – 2233,33 руб.

На основе данных проведенного анализа дневная ставка руководителя проекта установлена в размере 2700 руб., а дневная ставка исполнителя проекта – 1800 руб.

Основная заработная плата исполнителей ( $C_3$ ) рассчитывается по формуле:

$$C_3 = T_p * D_p + T_{исп} * D_{исп}, \quad (2)$$

где  $T_p, T_{исп}$  – соответственно, трудоемкость выполнения работ по реализации данной разработки руководителем проекта и исполнителем, чел./дн.

$C_3 = 7 * 2\,700 + 44 * 1\,800 = 98\,100$  руб. за 7 дней работы руководителя и 44 дня работы исполнителя.

Отчисления на страхование рассчитываются по формуле:

$$C_{стр} = C_3 * 0,271. \quad (3)$$

$$C_{стр} = 98\,100 * 0,271 = 26\,585 \text{ руб.}$$

Следующим шагом является расчет основных материальных затрат на покупку и установку оборудования.

Материальные затраты – это те денежные средства, которые были затрачены на расходные материалы. Стоимость расходных материалов, необходимых для выполнения работы, определяется исходя из величины их расхода и действующих цен.

Для реализации системы учета электроэнергии на пробном участке ПС 35/10 кВ «Оймур» потребуется закупить следующее оборудование: электросчетчик, устройство сбора и передачи данных, преобразователь интерфейса и кабель. Калькуляция расходов по статье «Материалы» приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Калькуляция расходов по статье «Материалы»

Материалы	Количество	Цена, руб.
Электросчетчик Меркурий 200, шт	1	1750
УСПД Меркурий 250GR.4R, шт	1	47911
Преобразователь интерфейса USB-CAN/ RS485 Меркурий 221, шт	1	2500
Кабели для промышленного интерфейса RS-485 одиночной прокладки, км	1	31780
Итого:		83941

На основе полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция себестоимости разработки в целом по форме, представленной в таблице 11.

Таблица 11 – Калькуляция себестоимости разработки за 2 месяца, руб.

Статья затрат	Сумма
Материалы	83941
Оплата услуг по ГПД и страхование	124685
Итого себестоимость	208626

Таким образом, единовременные затраты на реализацию программы составили 208626 руб.

Текущие затраты составили:

1) Обучение персонала. Для обучения персонала будет наниматься человек, почасовая оплата которого составляет 1000 руб./час. Обучение будет проходить два раза в год по 3 часа, т.е. в год затраты составят 6000 руб.

2) Техническое обслуживание АСКУЭ – 100000 руб. в год, которое включает в себя: плановые регламентные работы по поддержанию работоспособности системы и контролю наличия и достоверности данных учёта, внеплановые экстренные работы по заявкам Заказчиков по восстановлению работоспособности системы и работа по метрологическому обеспечению (поверка ПУ, работа с метрологической документацией).

Таблица 12 – Затраты на разработку, внедрение и эксплуатацию системы, руб.

Показатель	1 год	2 год	3 год	Итого
Единовременные затраты	208626	-	-	208626
Текущие затраты	6000	106000	106000	268000
Итого	214626	106000	106000	426626

При оценке экономического эффекта внедрения системы АСКУЭ расчет ведется по следующим направлениям:

– сокращение коммерческих потерь электрической энергии (выявление бездоговорного и уточнение объемов электроэнергии при безучетном потреблении электрической энергии);





## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Электроэнергетический комплекс обуславливает уровень конкурентоспособности, а также динамику экономики государства. Проблемы в данном секторе значительным образом влияют на развитие экономики страны, существенную долю которой составляют энергоемкие производства.

В результате анализа рынка электроэнергии было выявлено, что без введения дополнительных механизмов государственного управления в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности, к 2020 году можно ожидать снижение энергоемкости почти в 3 раза ниже, чем целевой ориентир. Для обеспечения высоких темпов развития энергетики необходимо развивать технологическое и организационное энергосбережение на основе государственного регулирования и стимулирования с соответствующей экономией затрат потребителей и умеренным ростом цен на энергоресурсы.

Анализ рынка электроэнергии Республики Бурятия показал, что основной проблемой является высокий уровень потерь электроэнергии. Так, в филиале ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго» потери за 2018 год достигают 13,87%. Для решения этой проблемы была «Программа энергосбережения и повышения энергетической эффективности» на период до 2020 года, которой предусмотрено внедрение системы АСКУЭ.

Для реализации разработки автоматизированной системы были выполнены следующие процессы:

- проведена оценка существующей системы коммерческого учета электроэнергии;
- предложены мероприятия по совершенствованию системы.

В результате была разработана автоматизированная система учёта электроэнергии, которая обладает удобным интерфейсом, обеспечивает сбор и обработку данных об энергопотреблении предприятия, и позволяет рассчитывать и контролировать необходимые параметры сети.



Использование автоматизированной измерительной системы коммерческого учета позволяет уменьшить количество потребляемой электроэнергии, что дает возможность повышать экономические результаты потребителя.

Реализация данного проекта позволит повысить точность, оперативность и достоверность учёта расхода электроэнергии, а также выполнять оперативный контроль режимов электропотребления, в том числе контроль потерь.

По результатам расчетов, ожидаемый годовой экономический эффект за счет установки АСКУЭ на ПС 35/10 кВ «Оймур» составит около 800 тыс. руб.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АИИС КУЭ – автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии;

АО «СО ЕЭС» – АО «Системный оператор Единой энергетической системы»;

АСКУЭ – автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии;

БАМ – Байкало-Амурская магистраль;

БД – база данных;

БЭС – Байкальские электросети;

ВЛ – воздушные линии;

ГПД – гражданско-правовой договор;

ГРЭС – государственная районная электростанция;

ГЭС – гидроэлектростанция;

ГЭС – Городские электросети;

КЛ – кабельные линии;

КПД – коэффициент полезного действия;

ЛЭП – линии электропередач;

НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы

ПАО «МРСК Сибири» – Публичное акционерное общество «Межрегиональная распределительная сетевая компания Сибири»

ПАО «ФСК ЕЭС» – Публичное акционерное общество «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы»

ПО – производственное отделение;

ПС – подстанция электрическая;

ПУ – прибор учета;

РЭС – районные электрические сети;

СИП – самонесущий изолированный провод;

СУБД – система управления базами данных;

СЭС – солнечная электростанция;  
ТП – трансформаторная подстанция;  
ТСО – территориальная сетевая организация;  
ТУ – точка учета;  
ТЭК – топливно-энергетический комплекс;  
УСПД – устройства сбора и передачи данных;  
УТЭЭ – участок транспорта электроэнергии;  
ФЛ – физическое лицо;  
ЦЭС – Центральные электросети;  
ЭС – электросети;  
ЮЛ – юридическое лицо;  
ЮЭС – Южные электросети;  
ODBC – Open Database Connectivity;  
VBA – Visual Basic for Applications.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Applications for Python [Электронный ресурс] // Welcome to Python [Официальный сайт]. – 2019. – Режим доступа: <https://www.python.org/about/apps/>.
2. Assembler. Язык программирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://progopedia.ru/language/assembler/>.
3. SQL. Язык программирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://progopedia.ru/language/sql/>.
4. ТIOBE Index 2019 [Электронный ресурс] // ТIOBE Index [Официальный сайт]. – 2019. – Режим доступа: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>.
5. Актуальные технологии для рынка электроэнергетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php/>.
6. Акционерное общество «Системный оператор Единой энергетической системы» (АО «СО ЕЭС») [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.so-ups.ru/>.
7. Булатова, Н. Н. Управление промышленными производственно-технологическими системами / Н. Н. Булатова // Российское предпринимательство. – 2012. – № 20 (218). – С. 31-36.
8. Быстрицкий, Г. Ф. Основы энергетики. / Г. Ф. Быстрицкий – М.: КноРус, 2011. – 350 с.
9. Воротницкий, В. Э. Потери электроэнергии в электрических сетях: Анализ и опыт снижения. – М.: Энергопрогресс, 2013. – 103 с.
10. Выбор между C++ и C# [Электронный ресурс] // Хабрахабр. – 2015. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/262461/>.
11. Годовой отчет ПАО «МРСК Сибири» по результатам работы за 2016 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mrsk-sib.ru/>.
12. Годовой отчет ПАО «МРСК Сибири» по результатам работы за 2017 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mrsk-sib.ru/>.

13. Голованова, Л. В. Организация оптового рынка электроэнергии: учеб. Пособие / Л. В. Голованова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. – 140с.

14. Государственная программа Республики Бурятия «Развитие транспорта, энергетики и дорожного хозяйства» (с изменениями на 11 декабря 2018 года).

15. Гуртовцев, А. Л. Комплексная автоматизация энергоучета на промышленных предприятиях и хозяйственных объектах. / А. Л. Гуртовцев // журнал «СТА» 2007. – №3. – с. 44-45.

16. Гусева, О. Р. Автоматизация учёта и контроля электроэнергии как средство повышения энергетической эффективности / О. Р. Гусева, А. А. Цвях, Н. М. Юрченко, Е. В. Михалева // Вектор экономики. – Пермь, 2018. – № 10 (28).

17. Деружинский, Г. В. Управление инвестиционными процессами в условиях модернизации транспортного комплекса региона: методологические подходы, модели, инструменты : дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / Г. В. Деружинский. – Ростов н/Д, 2009. – 384 с.

18. Дьяков, А. Ф. Менеджмент и маркетинг в электроэнергетике: учебное пособие / А. Ф. Дьяков, Б. К. Максимов, В. В. Жуков, В. В. Молодюк – Издательский дом МЭИ. – 2007. – 504 с.

19. Какой язык программирования самый востребованный в 2016 году? [Электронный ресурс] // ИТ НОВОСТИ. – 2016. – Режим доступа: <http://itdistrict.ru/kakoy-yazyik-programmirovaniya-samyiy-vostrebovannyiy-v-2016-godu/>.

20. Медведев, Д. А. Энергоэффективность – это понятие комплексное / Д. А. Медведев. – URL : <http://www.priroda.ru/news/detail.php?ID=9605>.

21. Министерство энергетики [Электронный ресурс] : Официальный сайт. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/node/11201>.

22. Министерство энергетики [Электронный ресурс] : Официальный сайт. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.ru/activity/statistic>.

23. Нагорная, В.Н. Экономика энергетики: учебное пособие. – Владивосток: ДВГТУ. – 2007. – 157 с.

24. Обзор статистики зарплат профессии Инженер проекта в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russia.trud.com/salary/692/78678.html>

25. Обзор статистики зарплат профессии Руководитель проекта в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://russia.trud.com/salary/692/67664.html>

26. Производство электроэнергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yearbook.enerdata.ru/>.

27. Публичное акционерное общество «Межрегиональная распределительная сетевая компания Сибири» (ПАО «МРСК Сибири») [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mrsk-sib.ru/>.

28. Публичное акционерное общество «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (ПАО «ФСК ЕЭС») [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fsk-ees.ru/>.

29. Распоряжение Правительства Республики Бурятия от 27.04.2018 №219-р «Об утверждении Схемы и программы развития электроэнергетики Республики Бурятия на 2018-2022 годы» [Электронный ресурс] // Министерство по развитию транспорта, энергетики и дорожного хозяйства Республики Бурятия. – Режим доступа: <http://egov-buryatia.ru>.

30. Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 №1715-р «Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года» [Электронный ресурс] // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <https://www.consultant.ru>.

31. Русецкая, Г. Д. Проблемы и основные факторы устойчивого развития ТЭК России и Сибири / Г. Д. Русецкая // Проблемы и перспективы развития бизнеса на предприятии и в регионе : сб. науч. тр. / под ред. Г. В. Давыдовой, Е. Ю. Богомоловой. – Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2010. – Вып. 4, ч. 1. – С. 61-67.

32. Система АСКУЭ. Что это и как работает. Электронный счетчик [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electrosam.ru/>.

33. Учет потерь электроэнергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ackye.ru/>.

34. Учет электроэнергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.telesystems.info/>.

35. Фильченкова, М.В. Современное состояние и перспективы развития энергетики России // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. – 2015. – №22.

36. Что такое технология Java и каково ее применение? [Электронный ресурс] // Java [Официальный сайт]. – Режим доступа: [https://www.java.com/ru/download/faq/whatis\\_java.xml](https://www.java.com/ru/download/faq/whatis_java.xml).

37. Экономика и управление в современной электроэнергетике России: пособие / по ред. Чубайса А. Б. – М.: НП «КОНЦ ЕЭС», 2009. – 615 с.

38. Экономическая эффективность АСКУЭ промышленных предприятий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eu.sama.ru/askue.htm>.

39. Электроэнергетика Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.gks.ru](http://www.gks.ru)

40. Энергосбережение и АСКУЭ.– Режим доступа: [http://studopedia.su/17\\_44590\\_energoberezhenie-i-askue.html](http://studopedia.su/17_44590_energoberezhenie-i-askue.html), свободный

41. Язык Visual Basic и платформа .NET [Электронный ресурс] // Сайт о программировании METANIT. – 2015. – Режим доступа: <http://metanit.com/visualbasic/tutorial/1.1.php>.

42. Языки программирования. Рейтинг 2015 [Электронный ресурс] // ПРОК – Школа программистов [Официальный сайт]. – 2015. – Режим доступа: <http://pro-club.org/blog/109>.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А



Рисунок А.1 – Схема функционирования электроэнергетической отрасли



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Технологические нарушения в работе электрических сетях выше 1кВ ПАО «МРСК Сибири» за 2018 год

ПАО «МРСК Сибири»	Количество технологических нарушений					Недоотпуск э/э, тыс.кВт*час				
	1 квартал	2 квартал	3 квартал.	4 квартал	год	1 квартал	2 квартал	3 квартал.	4 квартал	год
Алтайэнерго	282	621	620	455	1978	139,03	403,31	102,16	180,62	825,13
Бурятэнерго	93	270	206	73	642	23,28	160,19	119,81	101,37	404,64
Горно-Алтайские ЭС	130	148	124	35	437	156,91	35,70	58,58	53,21	304,40
Красноярскэнерго	283	896	767	594	2540	162,83	454,78	433,82	311,97	1363,40
Кузбасэнерго	275	809	713	387	2184	83,34	217,26	223,75	220,80	745,15
Омскэнерго	94	243	177	140	654	76,23	18,67	9,91	28,23	133,04
Хакасэнерго	54	221	275	121	671	30,01	51,58	70,38	52,74	204,70
Читаэнерго	102	385	362	126	975	25,97	102,12	157,13	18,54	303,75
АО «Тываэнерго»	49	216	99	55	419	27,42	119,31	48,00	38,09	232,81
Итого ПАО «МРСК Сибири» с АО «Тываэнерго»	1362	3809	3343	1986	10500	725,02	1562,91	1223,54	1005,57	4517,03

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

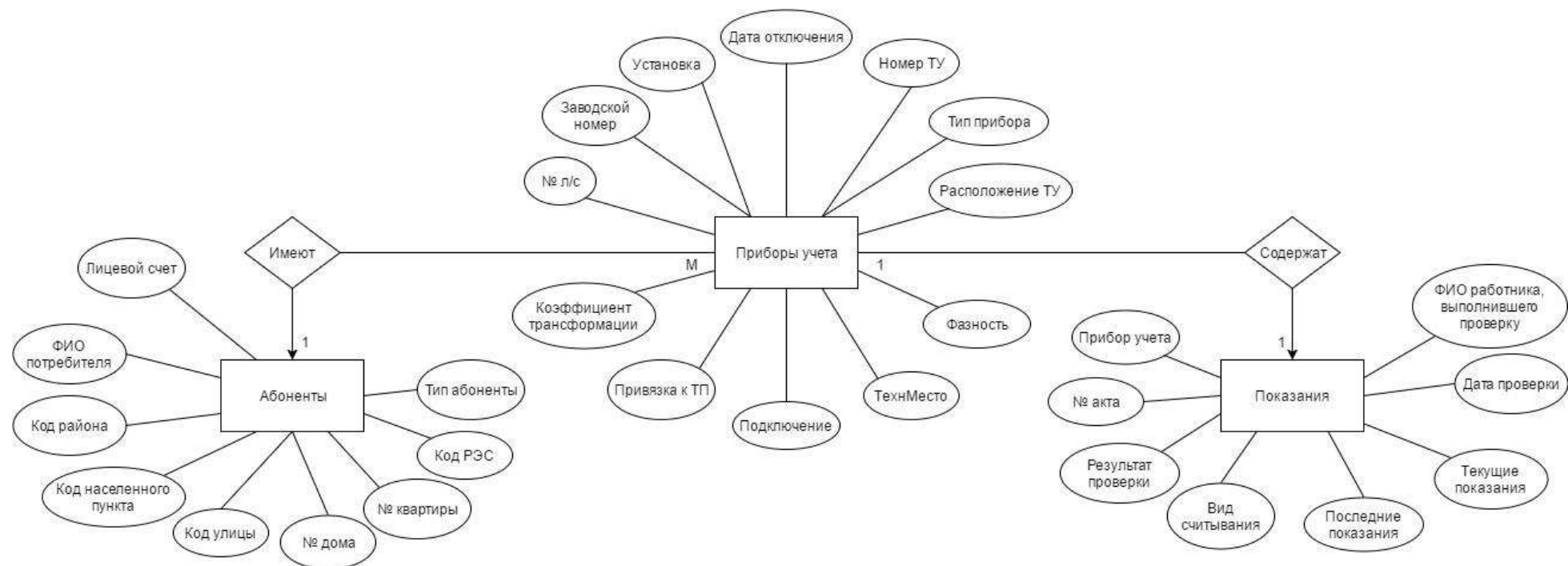


Рисунок В.1 – Концептуальная модель БД

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

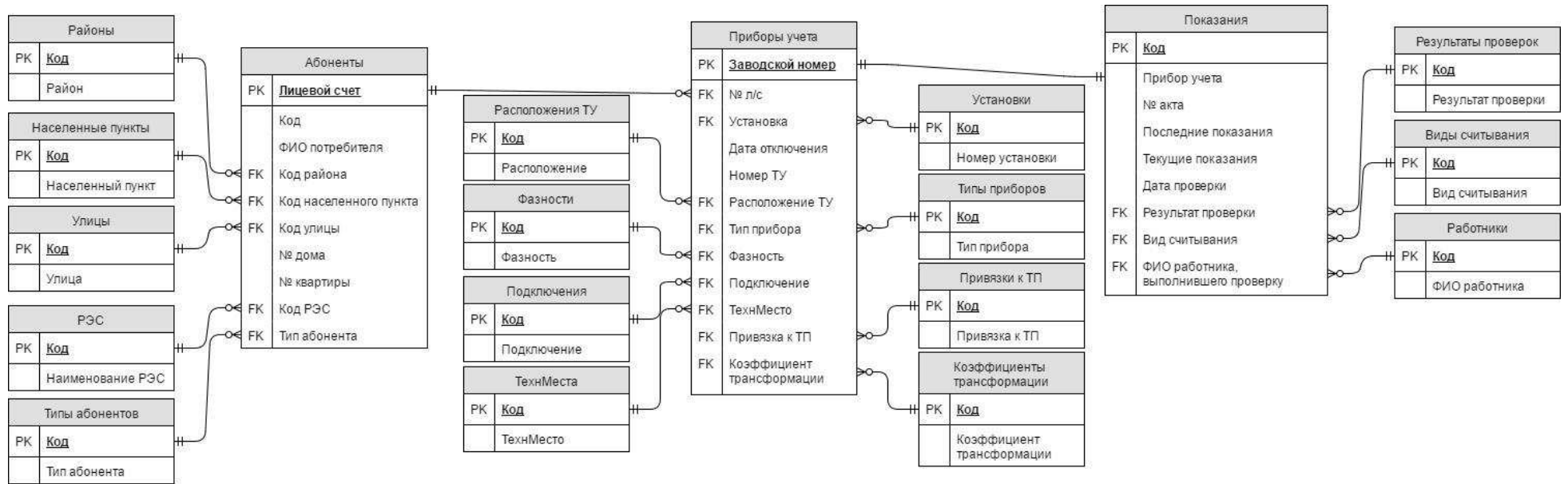


Рисунок Г.1 – Логическая модель БД

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

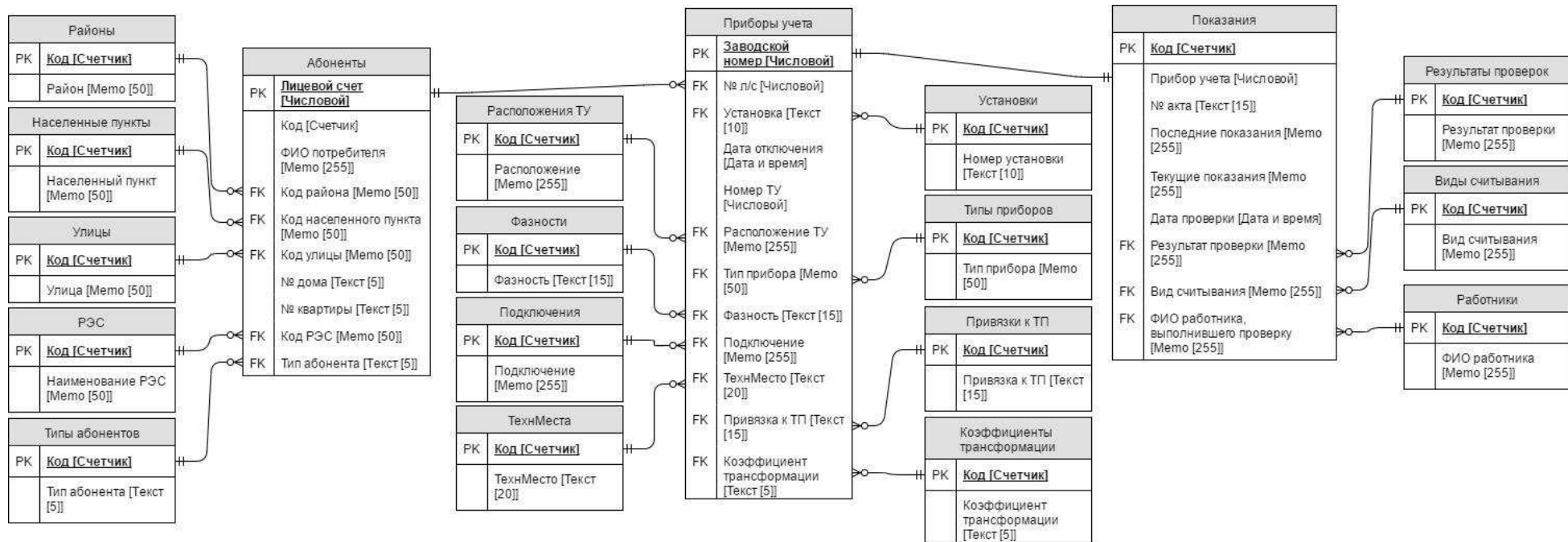


Рисунок Д.1 – Физическая модель БД

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

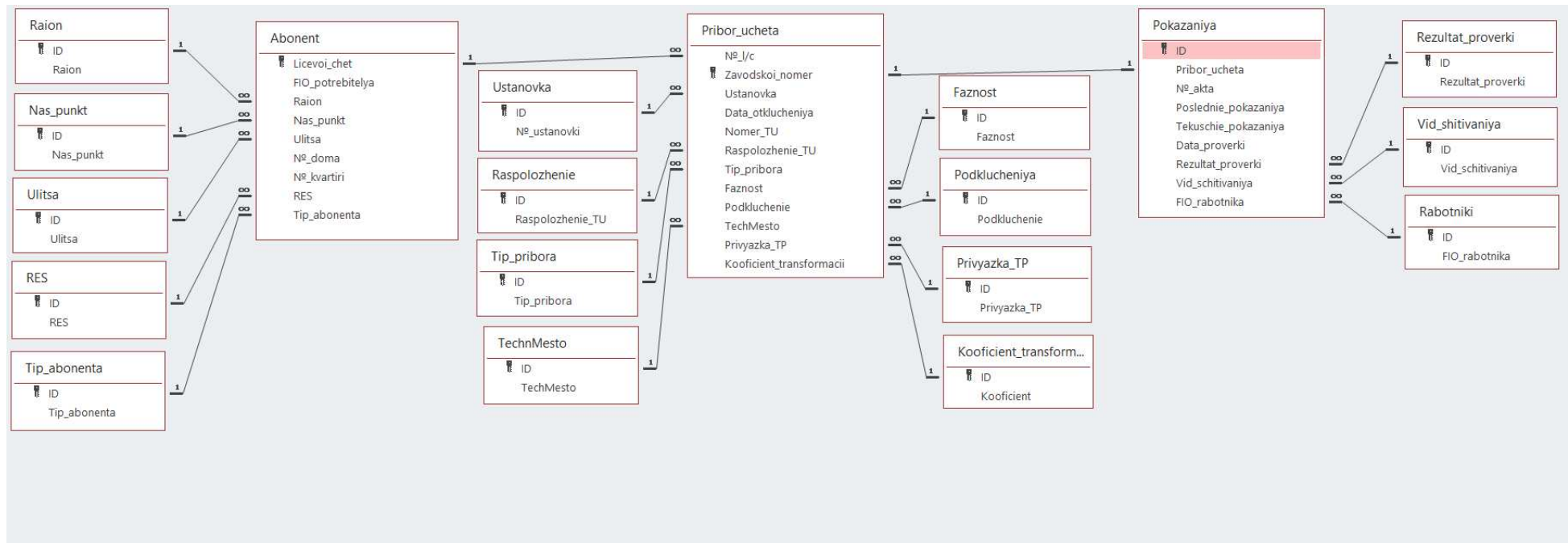


Рисунок Е.1 – Схема данных БД

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт управления бизнес-процессами и экономики  
Кафедра «Бизнес-информатика»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А.Н. Пупков


« 01 » 07 2019г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

09.03.03.01 «Прикладная информатика в экономике»

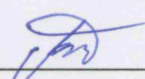
«Разработка автоматизированной системы коммерческого учета  
электроэнергии (на примере ПАО «МРСК Сибири» – «Бурятэнерго»)»

Руководитель



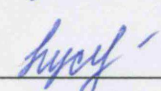
доц. кафедры БИ, к.т.н Р.И. Кузьмич

Руководитель



ст. пр. кафедры ЭУБП В.В. Бородкина

Выпускник



О.Р. Гусева

Нормоконтролер



Д.В. Спиридонов

Красноярск 2019