

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ  
РЕСПУБЛИКИ  
КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. И. РАЗЗАКОВА**

**Диссертационный совет Д. 05. 14. 493**

На правах рукописи

УДК 621.316.1.-027.45:621.331.3(043.3)

**КЕНЖЕКУЛОВ КАНЫБЕК НАЗИМОВИЧ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И УЧЕТА УЩЕРБА  
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПРИ ОБОСНОВАНИИ НАДЕЖНОСТИ  
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ**

**Специальность: 05.14.02 – Электрические станции  
и электроэнергетические системы**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**диссертации на соискание ученой степени**  
**кандидата технических наук**

**Бишкек – 2016**

**Работа выполнена в Таш-Кумырском  
инженерно-педагогическом факультете ЖАГУ**

**Научный руководитель:** кандидат технических наук, доцент  
Кадыркулов Суеркул Сеитович

**Официальные оппоненты:** д.т.н., доцент Кадыров Иишенбек Шакирович  
к.т.н., доцент Дикамбаев Шамиль Бектурганович

**Ведущая организация:** ОАО «Северэлектро» г. Бишкек

Защита состоится 27 мая 2016 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д. 05.14.493 при Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова, по адресу: 720044, г. Бишкек, пр. Мира 66.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова по адресу: 720044, г. Бишкек, пр. Мира 66.

Автореферат разослан «\_\_\_\_» «\_\_\_\_\_» 2016 г.

**Ученый секретарь  
диссертационного совета  
к.т.н., доцент**

**Э.Б. Исакеева**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Правомерность выбора схем электрических сетей, узлов нагрузки энергосистемы и систем электроснабжения потребителей по условию минимума расчетных затрат на основе расчета их надежности и учета ожидаемого экономического ущерба от перерывов электроснабжения была обоснована еще в 60-е годы прошлого века как в СССР, так и в западных странах. При таком методическом подходе расчетные показатели надёжности элементов электрических сетей в приведенных затратах учитываются через величину ущерба потребителей от перерывов электроснабжения, определяемых на основе расчетов показателей надёжности.

Таким образом, уже в первых трудах ученых и специалистов того времени задача организации системы управления надежностью электроснабжения потребителей увязывалась с категорией ущерба последних от нарушений электропитания – отказов и отключений в электросетях. Величина ущерба рассматривалась определяющей при отнесении потребителя к категории обеспечения надежности электроснабжения. Следовательно, ущерб определяет и масштаб резервирования электропитания. В свою очередь это обстоятельство влияет и на выбор потребителем желательного для него уровня надежности электроснабжения и соответствующего "тарифного меню".

Изложенное назначение ущерба – использование его для выбора системы электроснабжения, обоснования и управления ее надёжностью является первым аспектом использования ущерба и необходимости исследования методического подхода к определению как общего его объема, так и удельных численных его значений для отдельных групп потребителей.

В рыночных условиях величина ущерба от перерывов электроснабжения непосредственно влияет на размеры экономических санкций к стороне, виновной в нарушении нормального режима электроснабжения потребителей. Это является вторым аспектом назначения ущерба.

Третьим аспектом назначения ущерба является обеспечение на государственном уровне консенсуса между потребителями и электроснабжающими организациями, директивными и судебными органами по вопросам признания как корректности методики определения ущерба от нарушений электроснабжения, так и достоверности численных его значений. Это откроет возможность беспристрастного судебного разбирательства дел по вопросам возмещения ущербов потребителей от перерывов электроснабжения.

Таким образом, разнообразие целей использования категории ущерба от перерывов электроснабжения, множество субъектов электроэнергетического рынка, заинтересованных в корректной его оценке, а также вариабельность конкретных реализаций событий, которые могут способствовать нанесению ущерба потребителям, определяют необходимость дальнейшего

методического совершенствования его оценки и на его основе получения обоснованных значений удельных ущербов. Заинтересованные стороны могут иметь определенные требования к оценке ущерба. Можно даже говорить о необходимости консенсуса между всеми заинтересованными сторонами относительно методологии определения убытка, нанесенного потребителям по причине сбоев в подаче электроэнергии. При этом следует иметь в виду, что в силу коммерческой заинтересованности сторон между ними могут быть весьма существенные расхождения в подходах к определению и величине ущерба.

Отметим, что в постсоветском пространстве в силу изменившихся методических подходов к оценке ущербов потребителей от перерывов электроснабжения и стоимостной политики на все виды товаров и выпускаемых продукции практически полностью устарела информация об ущербах потребителей (называемых ранее народнохозяйственными), накопленная в период 1960-1990 гг. Поэтому числовые данные об удельных ущербах различных потребителей, приведенные в различных источниках на сегодня не могут быть использованы ни для целей проектирования, ни для задач управления надежностью электроснабжения потребителей, ни для обоснования компенсации потребителям их убытков от перерывов.

Изучение опыта исследования и определения ущерба в зарубежных странах показывает, что везде признается актуальность и необходимость определения ущерба потребителей от нарушений электроснабжения.

Аналогичные исследования и разработки по вопросам методического подхода к обоснованию надежности электросетей, оценке ущербов потребителей при перерывах в электроснабжении, актуальны и в Кыргызстане. Методические вопросы и результаты таких разработок должны стать неотъемлемой частью общей системы управления надежностью в распределительных электросетях.

Эти задачи и явились предметом исследования и разработки настоящей диссертационной работы.

**Цель работы и задачи исследований.** 1. Исследование надёжности сельских распределительных электросетей Кыргызстана и анализ составляющих общей длительности их аварийных простоев в результате повреждения (отказов) элементов.

2. Разработка методики обоснования оснащения ВЛ 10 кВ средствами повышения ее надежности (СПН) и оценка их влияния на снижение ущерба потребителей

3. Разработка методик оценки объемов аварийного недоотпуска электроэнергии и ущерба потребителей с учетом оснащенности распределительных линий (фидеров) 10 кВ СПН.

4. Разработка методики оценки ущерба и его удельной эквивалентной величины в целом по ВЛ (фидеру) 10 кВ с разнородными потребителями.

**Методы исследования.** В работе были использованы общеизвестные методы сбора и обработки статистических данных; способ оценки

эффективности технических решений методом приведенных затрат; положения теории вероятностей и математической статистики.

**Методическими и теоретическими основами исследований** явились труды российских ученых Афонина Н.С., Сыромятникова И.А., Будзко И.А., Зуля Н.М., казахстанских ученых Чокина Ш.Ч., Болотова А.В., а также Кадыркулова С.С. (Кыргызстан), Kloppel F. (Германия), Rochliffe R. (США), Rengaswamy P. (Великобритания).

**Научная новизна работы.** 1. Получены показатели удельной повреждаемости и средние длительности восстановления элементов электрических сетей в условиях Кыргызстана;

2. Предложена методика оценки эффективности оснащения воздушных электросетей 10 кВ различными СПН и их сочетаниями;

3. Предложены методики и выражения для оценки ущерба сельских потребителей от перерывов электроснабжения и рекомендованы их удельные значения для некоторых потребителей в современных условиях Кыргызстана.

4. Разработана методика и предложены расчетные выражения для определения общего ущерба и его удельного эквивалентного значения для отдельного фидера 10 кВ с разнородными потребителями.

**Практическая значимость полученных результатов.** Рекомендуемые в работе показатели надежности элементов электросетей, методики определения при перерывах электроснабжения объемов недоотпуска электроэнергии и ущербов потребителей и его удельных значений могут быть использованы электросетевыми предприятиями. Полученные сведения о повреждаемости существующих распределительных сетей 0,38-10 кВ дают возможность распределительным электрокомпаниям (РЭК) и районам электросетей (РЭС) оценить эксплуатационное состояние своих сетей и определить направление работ по повышению их надежности. Рекомендуемые в работе оснащения сетей различными СПН могут быть использованы при разработке проекта реконструкции (модернизации) сетей.

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту.**

На защиту выносятся:

1. Показатели надежности элементов электрических сетей, отражающие специфические эксплуатационные условия работы распределительных электросетей Кыргызстана;

2. Методика оценки эффективности оснащения воздушных электросетей 10 кВ различными СПН;

3. Методики и расчетные выражения для оценки ущерба сельских потребителей от перерывов электроснабжения и рекомендуемые удельные их значения для отдельных потребителей;

4. Методика оценки общего ущерба по отдельному фидеру 10 кВ с разнородными потребителями и его удельного эквивалентного значения и расчетные выражения для их определения.

**Личный вклад соискателя** Соискателем лично было предложено разделение фидеров 10 кВ на четыре группы в зависимости от степени их

оснащенности СПН и разработан методический подход к отдельному определению объемов недоотпуска электроэнергии и ущербов и предложены выражения для их расчета, выполнены сбор и обработка статических данных о повреждаемости сетей, выполнены замеры режимных показателей сетей, разработаны методики обоснования использования в сетях 10 кВ видов СПН.

**Апробация результатов диссертации.** Результаты работы соискателем были представлены на следующих научно-технических конференциях и семинарах, как в Кыргызстане, так и за рубежом:

1.Международная научно – техническая конференция «Современное состояние и актуальные проблемы развития энергетики», Кыргызско-Узбекский Университет, Ош 2008;

2.Международная научно-техническая конференция «Проблемы энергетики, транспорта и строительства», Ошский технологический университет Ош, 2008;

3.Международная научно-техническая конференция «Инновации в высшем образовании, фундаментальные и общественно-гуманитарные науки». Алматинский институт энергетики и связи, Алматы, 2011;

**Публикации.** Основные положения и выводы диссертации, опубликованы в 8 печатных работах, опубликованных в отечественных и зарубежных периодических научных изданиях.

**Структура и объем работы** Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и двух приложений. Содержание работы изложено на 132 страницах компьютерного текста, в 18 табл., 11 рисунках, 2 копии актов о внедрении, список 126 использованных источников.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** изложены обоснование актуальности работы и постановка задач исследований, отражена её научная новизна и практическая ценность.

**В первой главе** на основе выполненного обзора литературы по исследуемой тематике, изучения состояния надежности и качества электроснабжения и ущерба потребителей в условиях Кыргызстана, было показано, что величина ущерба от нарушений электроснабжения является определяющей при отнесении потребителя к категории обеспечения надежности электропитания, определяет и масштаб его резервирования. В свою очередь это обстоятельство влияет и на выбор потребителем желательного для него уровня надежности электроснабжения и соответствующего "тарифного меню". Показано, что в рыночных условиях величина ущерба от перерывов электроснабжения непосредственно влияет на размеры экономических санкций к стороне, виновной в нарушении нормального режима электроснабжения.

Приведенные обстоятельства предопределяют необходимость дальнейшего методического совершенствования оценки величины ущерба

потребителей и на его основе получения обоснованных значений удельных его значений. В этой же главе приведены результаты замеров показателей режимов работы большого числа действующих фидеров 10 кВ и их ТП 10/0,4 кВ, выполненных в осенне-зимний период 2013/14 года и анализ их результатов.

На основе вышеизложенного были сформулированы постановка следующих задач исследования диссертационной работы:

1. Анализ влияния степени оснащённости сельских распределительных электросетей различными СПН на составляющих общей длительности аварийного перерыва электроснабжения в результате повреждения (отказов) сельских воздушных линий 10 кВ;

2. Разработка методики обоснования эффективности оснащения ВЛ 10 кВ конкретными видами СПН с учетом их влияния на величину ущерба потребителей;

3. Разработка методик оценки объемов аварийного недоотпуска электроэнергии потребителям распределительных линий (фидеров) 10 кВ с учетом степени их оснащённости СПН;

4. Разработка методики оценки эквивалентного удельного ущерба в целом по фидеру 10 кВ, питающего разнородных потребителей.

**Вторая глава** посвящена исследованиям показателей аварийных перерывов электроснабжения в цепи питания «источник-потребитель» и разработке методических вопросов выбора средств повышения надежности работы сельских ВЛ 10 кВ на основе учета ущерба потребителей.

Аварийное отключение потребителей электроэнергии является достаточно частым событием, имеющим широкий спектр последствий. Перерывы могут быть вызваны как случайными воздействиями, имеющими внутренний и внешний источники, так и плановыми отключениями. В табл.1 приведено распределение причин перерывов в электроснабжении потребителей сельских районов Кыргызстана, которые были собраны и проанализированы нами по данным диспетчерской службы одного РЭС.

Как видно из табл.1, наименее надёжным элементом в цепи питания «источник-потребитель» являются ВЛ 10 кВ, где доля отключений превышает 52%, а среднее число отключений на 10 км ВЛ составляет 0,6 в год при средней продолжительности одного перерыва электроснабжения  $T_{пер}$  от 3,5 до 6 ч.

Таблица 1

№ п/п	Элементы цепи «источник-потребитель» (причины отключения)	Доля (в %) от общего числа отключений потребителя
1	ЛЭП 35-110 кВ	8,6
2	ОРУ подстанции 35-110 кВ	0,7
3	РУ 10 кВ подстанции 35-110/10 кВ	6,3
4	Питающая ВЛ 10 кВ	52,3
5	ТП 10/0,4 кВ	17,7
6	ВЛ 0,38 кВ, питающая потребителя	14,3

Длительность единичного аварийного перерыва  $T_{пер}$  для неавтоматизированных и не оснащенных СПН воздушных сельских линий (фидеров) 10 кВ с односторонним питанием складывается из следующих составляющих:

$$T_{пер} = t_{инф} + t_{пути} + t_{поиска} + t_{л.н} + t_{рем} + t_{восст}, \quad (1)$$

где  $t_{инф}$  – время от момента аварийного отключения линии ее головным выключателем до получения информации от потребителя дежурным диспетчером РЭС. При наличии системы телемеханики на распределительной трансформаторной подстанции (РТП) 35/10 кВ, оперативно передающей информацию об отключении фидеров 10 кВ,  $t_{инф} = 0$ ;

$t_{пути}$  – время проезда ОВБ до РТП, где произошло отключение;

$t_{поиска}$  – время поиска повреждения на линии (фидере);

$t_{л.н}$  – время, затраченное на локализацию поврежденного участка фидера с последующим восстановлением схемы питания потребителей неповрежденной части фидера;

$t_{рем}$  – продолжительность восстановительного ремонта повреждения;

$t_{восст}$  – время, затрачиваемое ОВБ на восстановление нормальной схемы фидера путем производства оперативных переключений после завершения ремонтных работ.

Статистически показано, что для фидеров 10 кВ конкретного РЭС большинство составляющих выражения (1) относительно постоянны, кроме составляющих ( $t_{поиска} + t_{л.н}$ ), которые зависят от применяемой стратегии поиска повреждения на фидере. Анализ показал, что около 65-70%  $T_{пер}$  занимает составляющие ( $t_{поиска} + t_{л.н}$ ).

В этой же главе рассмотрены методики обоснования применения следующих видов СПН при проектировании и реконструкции сельских сетей с учетом величины ущерба потребителей:

\* устройства телемеханики на РТП 35-110/10 кВ для оперативной телесигнализации диспетчерского пункта РЭС об аварийных отключениях фидеров и возникновении в сети однофазного короткого замыкания;

\* установка на магистральной части фидера и ответвлениях от нее разъединителей наружного типа для оперативного переключения участков фидера 10 кВ при их ремонте и поиске поврежденного участка;

\* автоматическое селективное секционирование ВЛ 10 кВ с применением выключателей, оснащенных релейной защитой в сочетании с устройствами АПВ, а также секционирование отпайек от магистральной части ВЛ с помощью автоматического отделителя АСО-10 или шкафов наружной установки с выключателем нагрузки;

\* устройство резервной связи с другим источником АВР;

\* установка как на магистральной части, так и на отпайках ВЛ 10 кВ указателей поврежденного участка типа УПУ-1;

\* оптимальная стратегия поиска поврежденного участка фидеров 10 кВ с разной степенью оснащенности СПН.

Критерием выбора варианта СПН или их сочетания служит максимум экономического эффекта  $\mathcal{E}$ , представляющего разность между стоимостной



оценкой годового снижения ущерба потребителей от реализации данного вида СПН  $Y_{\text{сн.ущ}}$  и приведенных затрат на его осуществление  $Z_{\text{снн}}$ , т. е.

$$\Delta = Y_{\text{сн.ущ}} - Z_{\text{снн}} > 0; \quad Z_{\text{снн}} = E_n K_{\text{снн}} + I_{\text{снн}}, \quad (2)$$

где  $E_n$  - коэффициент эффективности капитальных затрат  $K_{\text{снн}}$  на СПН;  $I_{\text{снн}}$  - годовые издержки на обслуживание СПН.

**В третьей главе** разработаны методики определения объемов недоотпуска электроэнергии от перерывов электроснабжения по ВЛ 10 кВ с разной степенью оснащенности СПН.

Ущерб абсолютного большинства сельских потребителей пропорциональны объему недоотпущенной энергии за время перерыва электроснабжения. Поэтому для расчета как объемов недоотпуска электроэнергии, так и величины ущерба потребителей от перерывов необходимо в первую очередь определение  $T_{\text{пер}}$ .

Как видно из выражения (1), на величину  $T_{\text{пер}}$  влияет множество факторов, которые непосредственно связаны со степенью автоматизации фидера 10 кВ и его оснащенностью СПН, т.е. в зависимости от этого в (1) для отдельных фидеров учитываются разное количество факторов (слагаемых).

В работе рассмотрены методики определения  $T_{\text{пер}}$  и объем недоотпущенной потребителям электроэнергии за время аварийного перерыва  $\Delta \mathcal{E}_a$  для 4 основных групп фидеров:

1. ВЛ (фидеры) 10 кВ не оснащенные ни линейными разъединителями, ни выключателями, ни УПУ, ни другими видами СПН;

2. ВЛ (фидеры) 10 кВ секционированные только линейными разъединителями как магистрального участка фидера, так и отпаяк от него, но не оснащенные никакими другими видами СПН;

3. ВЛ (фидеры) 10 кВ секционированные как линейными разъединителями, так и выключателями с защитой и устройством АПВ, оснащенные другими видами СПН, но не имеющие резервной связи с другим источником;

4. Фидеры по группе 3, но имеющие резервную связь с другим фидером (источником питания), вводимую с помощью устройства АВР.

**К первой группе фидеров** предложено отнести относительно недлинные радиальные ВЛ 10 кВ, которые не резервированы, не секционированы разъединителями или другими коммутационными аппаратами и не оснащены никакими видами СПН. Такие фидера, как правило, не имеют длинных отпаяк. При отказах элементов такого фидера он отключается головным выключателем, чем обесточиваются все его потребители. Усредненную длительность одного перерыва  $T_{\text{пер1}}$  для фидеров первой группы определяем по выражению (1), исключив некоторые его составляющие, так как на таком коротком фидере не применима локализация его поврежденного участка

$$T_{\text{пер1}} = t_{\text{инф}} + t_{\text{нуми}} + t_{\text{поиска}} + t_{\text{рем}} + t_{\text{восст}} \quad (3)$$

Объем недоотпущенной потребителям электроэнергии  $\Delta \mathcal{E}_a$  предлагается определять как суммарный недоотпуск по всем ТП 10/0,4 кВ, питающимся от рассматриваемого фидера за время перерыва:

$$\Delta \mathcal{E}_a = \left( \sum_{i=1}^n P_i \right) a_o L T_{nep1} \quad (4)$$

где  $\sum_{i=1}^n P_i$  - сумма средних нагрузок всех ТП, подключенных к фидеру 10 кВ;

$a_o$  – удельное число отказов (повреждений) фидера, приведших к его аварийному отключению, *откл/(км год)*;  $L$  – длина фидера 10 кВ вместе с ответвлениями, *км*;  $n$  – количество подключенных к фидеру ТП 10/0,4 кВ. Цифра «1» в  $T_{nep1}$  означает, что фидер относится к первой группе.

Средняя нагрузка  $i$ -го ТП  $P_i$  приближенно находим как

$$P_i = \mathcal{E}_{i,z} / 8760, \quad (5)$$

где  $\mathcal{E}_{i,z}$  – количество электроэнергии, потребленное  $i$ -м ТП за год; 8760 – число часов в году.

Определив расчетную величину  $\Delta \mathcal{E}_a$  по (4) и зная значение эквивалентного удельного ущерба *уэкв* легко можно определить ущерб по фидеру

$$U\phi = уэкв \Delta \mathcal{E}_a \quad (5a)$$

**К второй группе фидеров** отнесено абсолютное большинство существующих ВЛ (фидеров) 10 кВ сельских РТП 35-110/10 кВ Кыргызстана, поскольку они секционированы только разъединителями и в них не применены другие виды СПН. При аварийных отключениях таких фидеров 10 кВ определение  $T_{nep2}$  осуществляется по выражению (1) с учетом всех его составляющих. Индекс (2) при  $T_{nep2}$  означает, что здесь имеется в виду вторая группа фидеров 10 кВ, секционированных только разъединителями.

Как было указано выше, из всех составляющих  $T_{nep2}$  наибольшую долю имеют  $(t_{поиска} + t_{л.н})$  – время, затраченное на поиск и нахождение повреждения и время на локализацию поврежденного участка с восстановлением электроснабжения потребителей неповрежденной части фидера на время производства ремонтных работ на месте повреждения.

Следовательно, в данном случае фидер имеет два состояния перерыва электроснабжения: первое – до нахождения и отделения поврежденного участка, когда фидер находится полностью в обесточенном состоянии, второе – после нахождения и выделения поврежденного его участка, когда обесточен только поврежденный участок на время ремонта, а электроснабжение остальной части восстановлено.

Длительность времени  $(t_{поиска} + t_{л.н})$ , составляющая основную часть  $T_{nep}$ , непосредственно зависит от степени оптимальности (рациональности) стратегии поиска поврежденного участка фидера, которой и определяется количество переездов ОВБ между РТП (ГВ фидера) и местами установок линейных разъединителей для выполнения оперативных переключений. Это время предлагается определить следующим выражением:

$$(t_{поиска} + t_{л.н}) = \frac{2K_{кр}(l_{p1} + l_{p2} + l_{p3} + \dots + l_{p-n})}{V}, \quad (6)$$

где  $l_{p1}, l_{p2}, l_{p3}, \dots, l_{p-n}$  – длины участков фидера от шин 10 кВ РТП (от ГВ фидера) до  $i$ -того разъединителя;  $K_{кр}$  – коэффициент кривизны (несовпадения с трассой ВЛ) дороги, связывающей РТП (ГВ фидера) с местом установки

разъединителей, по которой передвигается автомашина ОВБ;  $V$  – скорость передвижения автомашины ОВБ по сельской дороге, рекомендуемая в 25-30 км/час.

Цифра «2» впереди числителя выражения (6) означает, что каждое расстояние  $l_{p1}, l_{p2}, l_{p3}, \dots, l_{p,n}$  ОВБ проезжает дважды (в прямом и обратном направлении) для выполнения операций «отключить-включить» с разъединителями и ГВ.

Таким образом, как видно из выражения (6), величина  $(t_{поиска} + t_{л.н})$  зависит от количества шагов поиска, затраченных ОВБ на нахождение поврежденного участка, т.е. непосредственно зависит от оптимальности стратегии поиска.

Из выражения (1) видно, что большинство составляющих  $T_{пер}$  для конкретного фидера неизменны, поэтому его уточнение сводится к расчету значения  $(t_{поиска} + t_{л.н})$  по выражению (6).

Как выше отмечалось, недоотпуск электроэнергии  $\Delta \mathcal{E}_a$  для фидеров, секционированных только разъединителями состоит из двух частей и предлагается определять по следующему выражению

$$\Delta \mathcal{E}_a = \left( \sum_{i=1}^n P_i \right) a_o L (t_{инф} + t_{нуми} + t_{поиска} + t_{л.н} + t_{восст}) + \left( \sum_{j=1}^m P_j \right) a_o l_{уч} t_{рем} \quad (7)$$

где  $\sum_{i=1}^n P_i$  - сумма средних нагрузок всех  $n$  ТП, подключенных к фидеру;

Первая часть недоотпуска по выражению (7) охватывает всех потребителей фидера, а длительность их перерыва электроснабжения согласно выражения (1) включает промежуток с момента аварийного отключения фидера до локализации поврежденного участка и включения ГВ фидера чем восстанавливается питание его неповрежденной части. В первой части включение к длительности перерыва составляющую  $t_{восст}$  означает учет времени, затраченного на восстановление нормальной схемы фидера после завершения аварийного ремонта на фидере, которое требует отключения его ГВ для включения ранее отключенных линейных разъединителей.

Вторая часть недоотпуска электроэнергии имеет место по ТП 10/0,4 кВ, расположенных на локализованном (выделенном) для ремонта участке фидера 10 кВ с суммарной нагрузкой  $\sum_{j=1}^m P_j$ , где  $m$  - количество ТП;

$l_{уч}$  -длина поврежденного, выделенного для ремонта участка фидера.

**К третьей группе** отнесены комплексно автоматизированные, но не имеющие резервную связь с другими источниками питания. Автоматизация подразумевает оснащение РТП 35/10 кВ и отходящих от неё фидеров различными СПН, перечисленные выше на стр.8, которые позволяют существенно сократить длительность перерыва электроснабжения потребителей  $T_{пер}$  за счет сокращения ее составляющих, благодаря чему значительно снижается объем недоотпуска электроэнергии  $\Delta \mathcal{E}_a$ , и ущербы потребителей.

Методику определения  $T_{пер}$  и  $\Delta\mathcal{E}_a$  для третьей группы фидеров покажем на примере автоматизированного фидера без концевой резервной связи.

Длительность перерыва электроснабжения  $T_{пер}$  обесточенной части автоматизированного фидера с односторонним питанием складывается из времени  $t_{пути}$  и времени проезда ОВБ к пунктам секционирования и затрат времени на проверку положений выключателей СП и отделителей отпаяк, которую предлагается определить как

$$T_{пер3} = t_{пути} + 0,166 d + K_{кр} L_{пр} / V, \text{ час} \quad (8)$$

где  $d$  – количество коммутационных аппаратов на фидере, включая ГВ, СП и отделителей, положение которых ОВБ необходимо проверить, затратив на каждого из них **0,166 ч.** (около 10 мин.); **0,166 d** – время, затрачиваемое ОВБ. на поочередную проверку положения (отключено или нет) всех коммутационных аппаратов (ГВ каждого отходящего фидера, каждого СП и отделителей отпаяк);  $L_{пр}$  – суммарная длина участков фидера, которую объезжает ОВБ со скоростью  $V$  для проверки положения контактов выключателей СП на МУ и отделителей отпаяк;  $K_{кр}$  -коэффициент кривизны дороги (не совпадения с трассой ВЛ), которого при расчетах рекомендуется принять равным  $K_{кр}=1,3-1,5$ ;

С использованием значения  $T_{пер3}$  для автоматизированного фидера с односторонним питанием аварийный недоотпуск электроэнергии  $\Delta\mathcal{E}_a$  предложено определять следующим выражением:

$$\Delta\mathcal{E}_a = \left( \sum_{j=1}^k P_{\zeta aj} \right) a_o l_{уч} T_{пер3} \quad (9)$$

где  $\sum_{j=1}^k P_{\zeta aj}$  – суммарная нагрузка всех  $k$  ТП 10/0,4 кВ, подключенных на участке фидера длиной  $l_{уч}$ , расположенного за сработавшим (отключившимся) секционирующим пунктом (выключателем, отделителем).

**Четвертая группа фидеров**, как и третья группа, полностью автоматизированы и имеют резервную связь с другим источником питания с помощью АВР. Пункт АВР оснащен защитой и устройством АПВ, т.е. фидер имеет двухстороннее питание.

АВР концевой резервной связи вступает в работу после того, как защита и автоматика отключит основное питание фидера при к.з. на одном из секционированных участков. С помощью автоматики поврежденный участок как со стороны основного, так и со стороны резервного питания автоматически отключается, т.е. отделяется от сети, благодаря чему перерыв питания имеет место только на отделённом участке фидера, а его длительность определяется временем ремонта на месте повреждения.

Выражения для определения величины  $T_{пер4}$  и  $\Delta\mathcal{E}_a$  для единичного отключения автоматизированного фидера с резервной связью имеют вид

$$T_{пер4} = t_{пути} + t_{поиск} + t_{рем} \quad (10)$$

$$\Delta\mathcal{E}_a = T_{пер4} \sum_{j=1}^k P_{naj}, \quad (11)$$

где  $P_{naj}$  - нагрузка отключенного с двух сторон *j-го* участка, имеющего к ТП 10/0,4 кВ.

Сравнение выражений (9) и (11) показывает, что величина ущерба потребителей по фидеру с двухсторонним питанием с АВР значительно меньше, чем при одностороннем питании

**В главе 4 рассматриваются** современные взгляды на актуальные вопросы изучения и применения категории ущерба, а также предложены методика определения ущерба отдельных сельскохозяйственных производственных потребителей и эквивалентной удельной его величины в целом по распределительной линии (фидеру 10 кВ).

Проведенный анализ литературы по вопросам ущерба позволили сформулировать следующие положения:

1. Все методические подходы рассматривают ущерб от полного отключения потребителей электроэнергии и практически не рассматривают ущерб от ненадежности внутренней схемы электроснабжения самого потребителя.

2. Все методики направлены на определение ущерба промышленных предприятий и потребителей сельского хозяйства и обходят вопросы определения ущерба коммунально-бытовых потребителей и железнодорожного транспорта.

С точки зрения методического подхода к определению ущерба в общем случае перерывы в электроснабжении потребителей бывают трех видов:

1. Внезапные перерывы (аварийные отключения) внешнего электроснабжения из-за отказов оборудования в сетях электроснабжающей организации, когда отключается питающая потребителя линия;

2. Перерывы внешнего электроснабжения с предварительным предупреждением потребителя, при этом последний отключается полностью или частично;

3. Перерывы электроснабжения отдельных участков (цехов) потребителя из-за отказов (повреждения) в системе электроснабжения (СЭС) самого предприятия.

Размер и структура экономического ущерба потребителя зависит не только от длительности перерыва электроснабжения, но и от его вида. Перерывы в электропитании всегда происходят внезапно для данного потребителя. Величина возникающего при этом ущерба определяется главным образом внезапностью отключения электроприемников, при котором возможны поломка оборудования и инструмента, брак продукции, расстройство технологических процессов производства, и недовыработка продукции из-за простоя оборудования и рабочей силы.

В общем случае ущерб производственного предприятия ( $Y_{nn}$ ) может быть выражен как сумма ущерба вследствие внезапности перерыва электроснабжения ( $Y_{вн}$ ), отключения электрической мощности ( $Y_{0.м}$ ), недополучения необходимого объема электроэнергии ( $Y_{н.э}$ ).

Потребители, в рассматриваемом случае, лишены возможности восполнить производство продукции, недоданной за время перерыва электроснабжения, и несут издержки:

- а) от недоиспользования производственных фондов ( $Y_{\phi}$ );
- б) из-за оплаты рабочим за вынужденный простой и возрастания доли общезаводских и общецеховых расходов в себестоимости выпускаемой продукции ( $Y_K$ ).
- в) из-за расходов по оплате за заявленную (присоединенную) мощность ( $Y_{on}$ ).

Первая составляющая удельного ущерба определяется по выражению

$$Y_K = P_H \frac{K}{W_{\Gamma}} P_{от} \Delta t = P_H \frac{K}{W_{\Gamma}} W_{нед}, \quad (12)$$

где  $P_H$  – коэффициент использования производственных фондов;

$K$  – стоимость производственных фондов;  $W_{нед}$  – объем недоотпущенной электроэнергии за время перерыва электроснабжения;  $W_{\Gamma}$  – годовое потребление электроэнергии предприятием;  $P_{от}$  – отключенная мощность (нагрузка);  $\Delta t$  – продолжительность непроизводительного простоя производства

$$\Delta t = t_{\text{э}} + t_{\text{тех}} \quad (13)$$

где  $t_{\text{э}}$  – продолжительность перерыва электроснабжения;

$t_{\text{тех}}$  – продолжительность наладки технологического процесса после восстановления электроснабжения.

Вторая составляющая удельного ущерба может быть определена через отношение трудоемкости и энергоемкости предприятия

$$Y_{\phi} = a_{\text{пр}} \frac{\Phi_{\Gamma}}{W_{\Gamma}} W_{нед}, \quad (14)$$

где  $\Phi_{\Gamma}$  – годовой фонд заработной платы производственного персонала предприятия;  $a_{\text{пр}}$  – постоянный коэффициент, учитывающий особенности издержек предприятия при простое рабочих.

В этой же главе на примере конкретного промышленного предприятия – табачной фабрики показана методика изучения и определения её технико-экономических показателей, особенностей технологического процесса производства табачных изделий и его требований к степени бесперебойности электроснабжения и методика расчета как общего ущерба, так и его удельной величины.

Путем обследования было установлено, что фабрика имеет следующие цеха, участки и производственные операции:

- транспортировка кип табака и жилок из склада в табачный цех; укладка на транспортер расчетных порций табака и жилок;
- увлажнение и расщипывание табака и жилок;
- удаление твердых и посторонних предметов;
- смешивание, пропаривание и хранение табака и жилок определенной температуры и влажности;

- резка табака и жилок, их перемешивание и доведение смеси до требуемой температуры и влажности, и временное хранение смеси;
- транспортировка табачной смеси пневмотранспортом к сигаретным машинам;
- изготовление сигарет, их упаковка в пачки;
- упаковка пачек в блоки;
- отправка блоков сигарет на склад готовой продукции.

В составе электроприемников фабрики имеются все три категории по надежности электроснабжения (табл.2).

По выражениям (9) и (11) по табачной фабрике были определены первая и вторая составляющие удельного ущерба по ценам 2013г., которые оказались равны

$$y_{o1} + y_{o2} = 10,6 + 0,3 = 10,9 \text{ сом/кВтч}$$

Таблица 2

Электрическая нагрузка табачной фабрики и их категорийность по надежности электроснабжения

№ здания	Наименование цеха, корпуса, помещения	Установ. мощность $P_{уст}$ , кВт	Площадь помещения, м <sup>2</sup>	Категория надёжност и по ПУЭ, в %		
				I	II	III
<b>1</b>	Производств. корпус	12210	7720	30	70	-
<b>2</b>	Склад (блок I)	100	933	-	20	80
<b>3</b>	Котельная	32,5	195	30	40	30
<b>4</b>	Установка топливоснабжения	10	20	35	35	30
<b>5</b>	Административный корпус с проходной	200	450	-	80	20
<b>6</b>	Противопожарные резервуары	20	420	60	40	-
<b>7</b>	Инженерный корпус	200	385	-	75	25
<b>8</b>	Склад (блок II)	150	2790	-	20	80
<b>9</b>	Склад (блок III)	120	875	-	20	80
<b>10</b>	Гостевая автостоянка	0,6	100	-	-	100
	<b>Итого:</b>	<b>13043,1</b>	<b>13888</b>			

С учетом удельного ущерба от оплаты за заявленную мощность (0,145 сом/кВтч) общий удельный ущерб по табачной фабрике в целом  $y_0=10,9+0,145=11,05$  сом/кВтч

При перерывах в электроснабжении предприятия по производству сельскохозяйственной продукции, в конечном счете, происходит потеря этой продукции. Такие потери недопустимы, и поэтому ущерб от перерывов в электроснабжении должен определяться дополнительными затратами на восполнение этих потерь продукции.

Ущерб от перерывов в электроснабжении сельскохозяйственных предприятий из-за потерь продукции

$$Y = c \Delta\Pi, \quad (15)$$

где  $\Delta\Pi$  – объем потерянной продукции;  $c$  – средняя цена единицы продукции.

Такой же подход целесообразен, если в результате перерыва в электроснабжении произошла гибель части или всего поголовья, что нередко имеет место на птицефабриках

В общем случае ущерб от перерывов в электроснабжении

$$Y = k c \Delta\Pi, \quad (16)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий увеличение затрат при гибели животных и зависящий от их возраста; при снижении продуктивности животных рекомендуется принять  $k=1$ .

Значения удельных ущербов могут быть получены исходя из среднегодового ущерба предприятия от перерывов их электроснабжения с учетом объема недоотпущенной энергии или числа животных на ферме.

Удельный ущерб сельскохозяйственного предприятия на один кВтч

$$y_0 = Y / \Delta W, \quad (17)$$

где  $Y$  – определяют по формуле (14), а количество недоотпущенной энергии  $\Delta W$  вычисляют по числу перерывов электроснабжения, их средней длительности и среднему значению нагрузки предприятия.

В зависимости от использования величины удельного ущерба, последний может отнесен на одну голову животного за один час перерыва электроснабжения.

На примере животноводческих и птицеводческих хозяйств одного РЭС ОАО «Северэлектро» нами были собраны их технико-экономические данные и с использованием показателей надежности из табл. 1 были выполнены расчеты по определению ущербов и его удельных значений для сельскохозяйственных потребителей от перерывов в электроснабжении. Результаты этих расчетов приведены в табл. 3.



Таблица 3

Средние удельные ущербы на некоторых сельскохозяйственных предприятиях Кыргызстана от перерывов электроснабжения

Вид предприятия	Удельные ущербы	
	Ущерб ы сом/кВ тч	сом/голову за 1 час перерыва
Комплексы и фермы молочного направления	1,8	0,38
Фермы по выращиванию и откорму крупного рогатого скота	3,1	0,12
Свиноводческие комплексы	29	1,25
Свинотоварные фермы	3,9	0,09
Птицефабрики яичного направления на 100 тыс. и более кур-несушек	106	1,3
Птицефабрики мясного направления на 1 млн. и более бройлеров в год	18,1	0,03
Птицефермы по производству яиц	5,7	0,03
Птицефермы мясного направления	4,4	0,005
Теплицы весенние, парники	1,7	0,037
Теплицы зимние	21,3	0,37

ТП 10/0,4 кВ отличаются друг от друга не только по установленной мощности трансформаторов и величине их загрузки, но и по структуре нагрузок и объемам электропотребления. Это означает, что эквивалентные значения удельного ущерба по отдельным фидерам 10 кВ и отдельным ТП 10/0,4 кВ даже в пределах одного РЭС будут значительно отличаться друг от друга, следовательно, как фидеры, так и ТП 10/0,4 кВ, будут отличаться по значению эквивалентного удельного ущерба от перерывов электроснабжения.

При аварийных перерывах электроснабжения в течение года объем недоотпущенной потребителям электроэнергии  $\Delta \mathcal{E}_n$  по отдельному фидеру 10 кВ складывается из недоотпуска каждой группе потребителей, которые в свою очередь имеют свои суточные и сезонные графики нагрузок.

Пусть фидер 10 кВ со среднегодовым объемом электропотребления  $\mathcal{E}_n$  имеет  $m$  групп потребителей, каждая из которых имеет свою долю в общем объеме электропотребления  $\mathcal{E}_n$ , т.е.

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3 + \dots + \mathcal{E}_i + \dots + \mathcal{E}_m = \mathcal{E}_n \quad (18)$$

Это означает, что каждая  $i$ -тая группа потребителей имеет свой доленой коэффициент  $b_i$  по годовому электропотреблению:

$$b_i = \mathcal{E}_{ni} / \mathcal{E}_n, \text{ а сумма доленых коэффициентов } \sum_{i=1}^m b_i = 1 \quad (19)$$

где  $\mathcal{E}_{ni}$  – годовой объем электропотребления  $i$ -й группы потребителей фидера, т.е. каждая группа потребителей имеет свой усредненный доленой коэффициент.

Если допустить, что в течение года по фидеру имело место  $\kappa$  аварийных отключений со средней единичной длительностью перерыва электроснабжения  $t_n$ , час., то суммарная длительность перерыва электроснабжения по фидеру в течение года составит

$$T_n = \kappa t_n, \text{ час} \quad (20)$$

ТП 10/0,4 кВ отличаются друг от друга не только по установленной мощности трансформаторов и величине их загрузки, но и по структуре нагрузок и объемам электропотребления. Это означает, что эквивалентные значения удельного ущерба по отдельным фидерам 10 кВ и отдельным ТП 10/0,4 кВ даже в пределах одного РЭС будут значительно отличаться друг от друга, следовательно как фидеры, так и ТП 10/0,4 кВ, будут отличаться по значению эквивалентного удельного ущерба от перерывов электроснабжения

Годовой объем недоотпуска электроэнергии по фидеру составит

$$\Delta \mathcal{E}_a = T_n \mathcal{E}_n / 8760, \quad (21)$$

где  $\mathcal{E}_n / 8760$  – среднечасовой объем электропотребление по фидеру 10 кВ.

Вполне обоснованно можно принять, что годовой объем аварийного недоотпуска электроэнергии по фидеру 10 кВ между группами его потребителей распределится в тех же долях  $b_i$ , что и общий объем в нормальном режиме электропотребления.

Если по каждой  $i$ -й группе потребителей фидера известны величина удельного ущерба  $y_i$  (сом/кВтч), то ущерб от перерывов электроснабжения по отдельной группе определяется как

$$Y_i = y_i b_i \Delta \mathcal{E}_a, \quad (22)$$

Тогда суммарный ущерб по фидеру при  $m$  группах питающихся от него потребителей находится как

$$Y_\phi = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_i + \dots + Y_m = \sum Y_i \quad (23)$$

Отсюда находим эквивалентный удельный ущерб по фидеру 10 кВ

$$y_{\phi} = \mathcal{E}_n / \sum Y_i, \text{ кВтч/сом} \quad (24)$$

Полученное по выражению (24) значение  $y_{\phi}$  для конкретного фидера может быть распространено и на другие фидера РЭС одного региона со схожей структурой потребителей и рекомендуется к использованию при обосновании надёжности сельских распределительных сетей 6-10 кВ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Правомерность выбора схем электроснабжения и их надежности по условию минимума расчетных затрат с учетом ожидаемого экономического ущерба потребителей от перерывов электроснабжения была обоснована еще в 60-е годы прошлого века

2. Сложившийся в Кыргызской энергосистеме долгосрочный дефицит мощности и энергии, из-за которых может быть введена практика глубокого и длительного отключения потребителей, включая промышленные предприятия, а также возросшая вероятность системных аварий с автоматической глубокой разгрузкой энергосистемы, способна вызвать значительные ущербы потребителям в виде снижения объемов производства и существенного снижения ВВП страны.

3. Перевод хозяйственных отношений электроснабжающих организаций и потребителей на действительно рыночные отношения предполагает полную юридическую ответственность первых перед вторыми за причиненный экономический ущерб потребителям в результате перерывов электроснабжения, вызвавших простои их производства.

4. Промышленные предприятия всех категорий не имеют возможностей восполнить недовыпуск продукции за время перерыва электроснабжения путем организации дополнительных (сверхурочных) работ, так как энергосистема не может предоставить им такую возможность из-за дефицита и мощности, и энергии.

5. При разработке методики оценки и определении величин ущерба принято, что потребители электроснабжающими организациями отключаются полностью.

6. В общем случае ущерба промышленного предприятия складывается из суммы ущербов от внезапности факта перерыва электроснабжения, от брака продукции и от недовыработки определенного объема продукции. Перечисленные составляющие ущерба выражаются как:

- а) от самого факта внезапного перерыва электроснабжения;
- б) от недоиспользования производственных фондов;
- в) из-за оплаты рабочим за вынужденный простой и возрастания доли общезаводских и общецеховых расходов в себестоимости выпускаемой продукции;
- г) из-за расходов по оплате за заявленную (присоединенную) мощность.

7. Удельный ущерб по табачной фабрике (от составляющих б, в, г) равен 11,05 сом/кВтч.

8. На табачной фабрике отсутствует ущерб от внезапности перерыва электроснабжения;

9. Получены следующие средние удельные ущербы по некоторым сельскохозяйственным предприятиям Кыргызстана от перерывов электроснабжения:

Таблица 4

Предприятие	Удельные ущербы	
	Ущерб сом/кВтч	сом/голову (сом/м <sup>2</sup> ) за 1 час перерыва
Комплексы и фермы молочного направления	1,8	0,38
Фермы по выращиванию и откорму крупного рогатого скота	3,1	0,12

Свиноводческие комплексы	29	1,25
Свинотоварные фермы	3,9	0,09
Птицефабрики яичного направления на 100 тыс. и более кур-несушек	106	1,3
Птицефабрики мясного направления, млн. и более бройлеров в год	18,1	0,03
Птицефермы по производству яиц	5,7	0,03
Птицефермы мясного направления	4,4	0,005
Теплицы весенние, парники	1,7	0,037
Теплицы зимние	21,3	0,37

10. Обоснована методика определения эквивалентного удельного ущерба по фидеру 10 кВ в целом, нагрузка которого состоит из нескольких групп разнородных потребителей и предложены выражения для их расчета.

### Список опубликованных работ по теме диссертации:

1. **Кенжекулов К.Н.** Расчет оптимальных переходных процессов без учета ограничений по скорости электродвигателя [Текст] / К.Н.Кенжекулов, К.О.Темиров // Известия ВУЗов № 1. – Бишкек, 2001.-32с.
2. **Кенжекулов К.Н.** Расчет оптимальных переходных процессов при учете ограничений по скорости электродвигателя [Текст] / К.Н.Кенжекулов. Известия ВУЗов № 7, - Бишкек, 2008.-64с.
3. **Кенжекулов К.Н.** Исследование по определению удельных ущербов потребителей от перерывов и ограничений электроснабжения [Текст] /К.Н.Кенжекулов // Известия ВУЗов № 2.- Бишкек, 2011.- 18с.
4. **Кенжекулов К.Н.** Методы определения ущерба от нарушений электроснабжения промышленных предприятий со стороны энергосистемы. / К.Н. Кенжекулов [Текст] // Вестник Джалалабадского государственного университета, № 1-2 (25). – Джалал-Абад, 2011.-48с.
5. **Кенжекулов К.Н.** Кыргызстандын энергетикасын өнүктүрүүнүн приоритеттүү багыттары. /К.Н.Кенжекулов, Т.Р. Барпыбаев [Текст]. //Наука и новые технологии, №1.-Бишкек, 2013. 55с.
6. **Кенжекулов К.Н.** Методический подход к оценке объема недоотпуска электроэнергии при аварийных отключениях распределительных линий. /С.С.Кадыркулов, К.Н.Кенжекулов [Текст] //Новости науки Казахстана № 1. – Алматы, 2014.-35с.
7. **Кенжекулов К.Н.** Оценка некоторых путей снижения потерь электро-энергии в сетях за счет применения более высоких напряжений. /К.Н. Кен-жекулов, Г.Х. Хожин [Текст]. // Известия ОшТУ, № 2. – Ош,2014.-16с.
8. **Кенжекулов К.Н.** Снижение убытков в цепи «поставщик-потребитель» - как средство повышения надежности электроснабжения /К.Н.Кенжекулов [Текст].// Известия КГТУ им. И. Раззакова, № 32, ч.1, - Бишкек, 2014.

**Кенжекулов Каныбек Назимовичтин «05.14.02 – Электр чордондору жана электр энергетикалык тутумдар» адистиги боюнча техника илимдердин кандидаты деген илимий даражага жетишүүгө арналган «Бөлүштүрүүчү электр тарамдарынын ишенимдүүлүгүн негиздөөдө кардарлардын чыгашасын аныктоонун жана эсепке алуунун усулдук маселелери» аталыштагы диссертациялык ишинин**

### **КЫСКАЧА ЖЫЙЫНТЫГЫ**

**Негизги сөздөр:** электр тарамдары, электркамсыздоонун ишенимдүүлүгү, элементтердин ишенимдүүлүк көрсөткүчтөрү, ишенимдүүлүктү жогорулатуунун каражаттары, усулдук негиздөөлөр, кардарлардын чыгашалары, салыштырмалуу чыгашалар.

**Изилделинген объекттер** – айылдык бөлүштүрүүчү электр тарамдарынын ишенимдүүлүгү жана алардын кардарларынын электр камсыздоодогу үзгүлтүктөрдөн тарткан чыгашалары.

#### **Иш боюнча жетишилген натыйжалар:**

- Кардарлардын үзгүлтүктөрдөн тарткан чыгашаларын изилдөөнүн бүгүнкү абалы жана аны ишенимдүүлүктү башкаруу ишинде колдонуу боюнча обзорлук маалымат;
- Кыргызстандын электр тарамдарындагы чыңалуунун деңгээлин изилдөөнүн натыйжалары;
- Бөлүштүрүүчү электр тарамдарынын ишенимдүүлүк көрсөткүчтөрү;
- Ишенимдүүлүктү күчөтүүчү каражаттар ар кандай көлөмдө колдонулган чубалгылардагы үзгүлтүк болгон электр энергиясынын көлөмүн аныктоонун усулдук жайы;
- Өндүрүштүк жана айыл чарба ишканаларындагы чыгашаларын аныктоонун усулдук маселелери;
- Өндүрүштүк жана айыл чарба ишканаларындагы салыштырмалуу чыгашалардын сан маанилери;
- Чыңалуусу 10 кВ болгон, ар түрдөгү кардарларды камсыздоочу чубалгылар үчүн эквиваленттик салыштырмалуу чыгашаларды аныктоого арналган усулдук сунуштар.

**Жетишилген натыйжалар жана сунуштар** бөлүштүрүүчү компанияларда жана долбоорлоочу мекемелерде колдонулса болот.

## **РЕЗЮМЕ**

**диссертации Кенжекулова Каныбека Назимовича на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности «05.14.02 – Электростанции и электроэнергетические системы» на тему «Методические вопросы определения и учета ущерба потребителей при обосновании надежности распределительных электросетей»**

**Ключевые слова:** электрические сети, надежность электроснабжения, показатели надежности элементов, средства повышения надёжности, методические обоснования, ущербы потребителей, удельные ущербы.

**Объектом исследования** работы явились надежность распределительных сельских электросетей и ущербы их потребителей.

### **Полученные основные результаты:**

- Обзор современного состояния вопросов изучения ущербов потребителей и его значение в вопросах управления надежностью электроснабжения
- Результаты исследования режимов нагрузки и уровни напряжения существующих распределительных сельских сетей Кыргызстана;
- Показатели надёжности элементов распределительных электросетей;
- Анализ составляющих длительности аварийных перерывов в сельских сетях и предложение по нормированию надежности электроснабжения.
- Методические положения по определению объемов недоотпуска электроэнергии по ВЛ 10 кВ с разной степенью оснащённости СПН. Разработка методических вопросов определения ущерба потребителей;
- Численные значения удельного ущерба отдельных потребителей;
- Методические предложения для определения удельного эквивалентного ущерба по ВЛ 10 кВ в целом, нагрузка которой состоит из нескольких групп разнородных потребителей.

**Область применения** полученных в диссертации результатов и рекомендаций могут быть использованы распределительными электрокомпаниями и проектными организациями.

## SUMMARY

dissertation Kenzhekulov Kanybek Nazimovich for the degree of candidate of technical sciences in the specialty "05.14.02 - Power plants and power systems" on "Methodological aspects of determining and accounting for losses of consumers in justifying the reliability of distributive networks"

Key words: electric network, power supply reliability, performance reliability elements, means to improve the reliability, methodical approaches, the detriment of consumers, specific damage.

The objects of the research work were the reliability of rural power distribution networks and damage of its consumers.

These basic results:

- \* Review of the current situation of the questions of consumers damages, and its importance in the management of power supply reliability

- \* Results of the study of load modes and voltage levels of existing distribution networks in rural areas of Kyrgyzstan;

- \* Indicators of reliability of elements of electricity distribution networks;

Analysis of components of the emergency interruption duration in rural networks and a proposal for normalization of power supply reliability;

- \* Methodical provisions for determining the volume of electricity shortage of 10 kV overhead lines with varying degrees of equipment means to enhance reliability

- \* Development of methodological issues determining the damage of industrial and rural customers;

- \* The numerical values of the specific damage of individual industrial and rural customers;

- \* Methodological proposal to determine the specific damage equivalent of 10 kV overhead lines as a whole, the burden of which is made up of several groups of heterogeneous consumer Applications received in the thesis findings and recommendations – power distribution companies and project organization.

Тех. редактор *Эркинбек кызы Ж.*

---

Подписано к печати 18.04.2016 г. Формат бумаги 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага офс. Печать офс. Объем 1,5 п.л. Тираж 120 экз.

---

Бишкек, ул. Сухомлинова, 20. ИЦ “Текник” КГТУ им. И.Раззакова, т.: 54-  
29-43 e-mail: [beknur@mail.ru](mailto:beknur@mail.ru)