

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И  
ЭКОНОМИКИ ПРИ ГКПЭН КР, КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И.РАЗЗАКОВА И ОШСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Диссертационный совет Д 05.19.590**

На правах рукописи  
УДК 621.316.1.–027.45:621.331.3(043.3)

**РАХМАТУЛОВ АШУРАЛИ ЗОКИРОВИЧ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ  
ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ ТАДЖИКИСТАНА И РАЗРАБОТКА  
ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ**

Специальность 05.14.02 – Электростанции и электроэнергетические  
системы

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

**БИШКЕК – 2019**

Работа выполнена на кафедре «Автоматизированные электроприводы»  
института энергетики Таджикистана

**Научный руководитель:**

кандидат технических наук, доцент

**Кадыркулов Суеркул Сеитович**

профессор кафедры «Электроэнергетика»  
КГТУ им. И. Раззакова

**Официальные оппоненты:**

доктор технических наук, профессор  
**Кадыров Ишенбек Шакирович**  
профессор кафедры «Электрификация  
и автоматизация сельского хозяйства»  
КНАУ им. К.И. Скрябина

кандидат технических наук,  
**Айдарова Айгерим Рашидовна**  
заместитель начальника службы сбыта  
ОАО «Северэлектро»

**Ведущая организация:**

**ОАО «Южные электрические сети»,  
Республики Таджикистан**

Защита состоится «22» ноября 2019 г. в 15:00 часов на заседании  
Диссертационного совета Д 05.19.590 при Научно-исследовательского  
института энергетики и экономики при ГКПЭН КР, КГТУ им. И.Раззакова и  
ОшГУ по адресу: 720055, г. Бишкек, ул. Ахунбаева, 119

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеках Научно-  
исследовательского Института энергетики и экономики при ГКПЭН КР,  
[www.niiee.kg](http://www.niiee.kg) 720055, г. Бишкек, ул. Ахунбаева, 119, Кыргызского  
государственного технического университета им. И.Раззакова [www.kstu.kg](http://www.kstu.kg)  
720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова, 66 и Ошского государственного  
университета, [www.oshsu.kg](http://www.oshsu.kg) 723500, г. Ош, ул. Ленина, 331. E-mail ДС:  
ruslan.akparaliev@gmail.com

Автореферат разослан «15» октября 2019 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат технических наук

Р. А. Акпаралиев

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** Одной из основных причин серьёзного ухудшения качества электроснабжения сельских районов Таджикистана является то, что распределительные электросети 0,38–10 кВ, введенные 45–55 лет назад, в современных новых условиях по пропускной способности, надёжности, экономичности и качеству электроснабжения совершенно не отвечают требованиям многократно возросшей нагрузки сегодняшнего дня..

Суммарная длина линий электропередачи 0,38–10 кВ Таджикистана составляет свыше 47 тыс. км, из которых не менее 90% приходится на долю сельских сетей. Экономичность работы этих сетей существенно влияет на показатели энергосистемы в целом.

В современных условиях, когда значительная часть сельского населения и многочисленные учреждения Таджикистана испытывают серьезные затруднения в обеспечении их теплоснабжения традиционными видами энергоносителей (углем, газом, нефтепродуктами и т.п.), основной упор в удовлетворении их энергетических нужд делается на электроэнергию. Поэтому в обозримом будущем и за его пределами в качестве основного энергоносителя для названной категории потребителей будет оставаться только электроэнергия.

Изучение и обработка статистики аварийных отключений ВЛ 6–10 кВ по Бохтарскому РЭС Южных электросетей Таджикистана, показывает, что удельное среднегодовое число отказов, вызвавших аварийное отключение фидеров и длительный перерыв электроснабжения потребителей рекомендуется принять равным 0,63 отключений на 10 км ВЛ. При этом средняя длительность единичного перерыва электроснабжения потребителей составило 6,29 ч. Нередки случаи, когда длительность единичного перерыва электроснабжения достигала 9–10 и более часов. По оценкам специалистов электросетей среднегодовой объем недоотпуска электроэнергии потребителям из-за аварийных перерывов электроснабжения только по Бохтарскому РЭС составляет 141,35 тыс. кВтч.

Если учесть, что в осенне–зимний период повреждаемость ВЛ повышается, то именно в отопительный период потребители испытывают наибольшие неудобства из-за частых и длительных перерывов электроснабжения. Такое положение характерно для всех РЭС Таджикистана.

Сельские сети не оснащены даже наиболее дешевыми и общеизвестными средствами повышения надежности электроснабжения, как устройства АПВ и сетевого АВР, не говоря о средствах оперативной

передачи сигнала в диспетчерский пункт РЭС об аварийных отключениях фидеров 6–10 кВ РТП 35–110 кВ. По этой причине о любом аварийном отключении в сетях 0,38–10 кВ диспетчер РЭС узнает с большим опозданием, что значительно увеличивает длительность перерыва электроснабжения потребителей.

В свете сказанного актуальным является изучение показателей режима работы и повреждаемости сетей 0,38–10 кВ, на основе которого необходимо разработать и обосновать рекомендации по реконструкции (модернизации) рас-пределительных электросетей 6–10 кВ с оснащением их средствами повышения эффективности работы сетей и повышения надёжности электроснабжения потребителей.

Сказанное убедительно показывает актуальность выбранной темы исследований настоящей диссертационной работы.

**Связь темы с научно-техническими программами.** Работа выполнялась в Институте энергетики Таджикистана в рамках госбюджетного финансирования при поддержке, НИИ Энергетики и связи при Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова на протяжении нескольких лет. В этой работе проводились исследования «Повышение надёжности и качества работы распределительных электросетей Таджикистана», где важное место отводится вопросам улучшения качества электроснабжения потребителей сельских районов.

Тема данной диссертационной работы непосредственно связана с тематикой вышеуказанных НИР.

**Цель и задачи исследований.** Целью данной работы является на основании исследования структуры существующих распределительных сетей Таджикистана, показателей их режима напряжения и надёжности работы, разработать методические вопросы определения потерь напряжения на участках действующих сетей и вопросы обоснования разукрупнения и реконструкции электросетей 6–10 кВ применительно к сетям конкретного РЭС, а также разработать рекомендаций по оснащению сетей 6–10 кВ техническими средствами повышения их эффективности работы.

В соответствии с поставленной целью задачами исследований являются:

- \* изучение современного состояния сельских распределительных сетей и структуры их потребителей на примере конкретного РЭС;

- \* исследование показателей режима нагрузки и напряжения распределительных сетей 6–10 кВ и ТП 6–10/0,4 кВ ;

- \* исследование показателей аварийных отключений распределительных сетей 6–10 кВ;

- \* разработка методики выбора и мест размещения технических средств

повышения эффективности работы распределительных сетей 6–10 кВ, устройств.

**Научная новизна полученных результатов** состоит в следующем:

1. Разработана методика расчета распределения потерь напряжения по длине и участкам распределительной электросети 6–10 кВ с иллюстрацией ее применения для расчетов и анализа причин сверхнормативных потерь напряжения в конкретных фидерах;
2. Обоснована и разработана методика разукрупнения фидеров 6–10 кВ, имеющих сверхнормативные потери напряжения в нагрузочных режимах;
3. Предложен методический подход к выбору и обоснованию источника питания вновь образованных фидеров в результате разукрупнения действующих фидеров 6-10 кВ с недопустимыми потерями напряжения;
4. Методика обоснования секционирования участков ВЛ 6–10 кВ с использованием автоматических отделителей АСО–10;
5. Разработана методика использования и размещения указателей поврежденного участка (УПУ) на ВЛ 10 кВ и определения его эффективности;
6. Разработана методика выбора стратегии поиска поврежденного участка и места повреждения ВЛ 6–10 кВ с различной оснащенностью СПН.

**Практическая значимость полученных результатов** заключается в том, что:

-Разработана «методика определения распределения потери напряжения по длине распределительной линии 6-10 кВ». Актом внедрения результатов диссертационной работы было внедрено учебный процесс Института энергетики Таджикистана и утверждено ректором ВУЗа 28 сентября 2018 г.

- Разработана «методика обоснования разукрупнения фидеров 6-10 кВ, имеющих перегрузку по току нагрузки и как следствие недопустимо высокие потери напряжения». Принята к внедрению ОАО «Южные электрические сети», подтверждена Актом внедрения, заверена директором ОАО «ЮЭС».

- Обоснована и разработана методика разукрупнения фидеров 6–10 кВ, имеющих сверхнормативные потери напряжения в нагрузочных режимах.

- Предложен методический подход к выбору и обоснованию источника питания вновь образованных фидеров в результате разукрупнения действующих фидеров 6-10 кВ с недопустимыми потерями напряжения.

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

На защиту выносятся:

1. Методика расчета распределения потерь напряжения по длине и участкам распределительной электросети 6–10 кВ и ее применение для анализа

причин сверхнормативных потерь напряжения в действующих фидерах в условиях Таджикистана;

2. Методика обоснования разукрупнения действующих фидеров 6–10 кВ, имеющих сверхнормативные потери напряжения;

3. Методический подход к выбору и обоснованию источника питания вновь образованных фидеров в результате разукрупнения действующих перегруженных фидеров 6–10 кВ;

4. Методика оценки эффективности и выбора мест размещения технических средств повышения эффективности работы распределительных сетей 6–10 кВ: устройств телесигнализации, секционирующих выключателей, автоматических отделителей и разъединителей, указателей поврежденного участка, указателей короткого замыкания, руководящее указание по оптимизации стратегии поиска поврежденного участка фидера 6–10 кВ Таджикистана.

**Личный вклад соискателя в получение научных результатов.** Соискателем лично выполнен сбор материалов по схемам электросетей и потребителям Бохтарского РЭС, сбор и обработка статических данных об аварийных отключениях и перерывах электроснабжения потребителей, выполнены замеры режимных показателей сетей, разработаны методики и выполнены расчеты распределению потерь напряжения в сетях 6–10 кВ и разукрупнения фидеров.

**Апробация результатов диссертации.** Результаты работы соискателем были представлены на следующих научно–технических конференциях и семинарах:

1. Научно–техническая конференция, посвященная 75–летию Иссык–кульского государственного университета им. К. Тыныстанова, Каракол, 2015.

2. Международная научно–практическая конференция «Экологическое состояние природной среды и научно–практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК. 16–17 февраля 2017 г. Рязань – 2017.

3. Международная научно–техническая конференция «Энергетика: состояние, проблемы, перспективы», посвященная 60–летию энергетического факультета КГТУ им. И. Раззакова. Б. 2017.

4. Международная научно–практическая конференция «Вода для устойчивого развития» 2018–2028 годы. Бохтар, 2017.

**Полнота отражения результатов диссертации в публикациях.** Основные положения и выводы диссертации, опубликованы в 11 печатных работах, опубликованных в отечественных и зарубежных периодических научных изданиях.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников и двух приложений. Содержание работы изложено на 169 страницах компьютерного текста, имеются 8 таблиц, 54 рисунков, 2 копии актов о внедрении, список использованных источников, содержащий 121 наименования печатных изданий.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность работы, сформулирована ее цель и научные задачи. Представлена научная новизна и практическая ценность работы. Сформулированы основные положения диссертации, выносимые на защиту. Отражен уровень апробации темы диссертации и объем публикаций полученных результатов в периодических изданиях. Приведены данные по структуре и объему диссертации.

**В первой главе** выполнено исследование эксплуатационного состояния распределительных электросетей Бохтарского РЭС. Собрана и обработана статистика аварийных отключений фидеров 6–10 кВ, для которых получена удельная повреждаемость 0,63 отключений в год на 10 км ВЛ 6–10 кВ и диапазон изменения длительности единичного перерыва электроснабжения от 5 до 9 ч., Выполнены замеры напряжения на низкой стороне ТП 6–10/0,4 кВ в разных точках по длине существующего фидера (табл.1), которые показали, что в сетях имеет место недопустимое снижение напряжения, что подтверждает необходимость реконструкции фидеров 6–10 кВ.

Таблица 1 - Замеры суточных режимных показателей ТП 10/0,4 кВ, подключенных в разных точках по длине фидера 10 кВ (осенне–зимний период 2016–2017гг.)

ТП, место на фидере 10 кВ	часы замера	Токи (I , А) и напряжение (U, В) на на стороне 0,4 кВ ТП						Фазное U <sub>ф</sub> , (В) у абонента	Потери напряж U <sub>ф</sub> , в % абонен.
		Фаза А		Фаза В		Фаза С			
		I <sub>а</sub> , А	U <sub>AB</sub> ,	I <sub>в</sub> , А	U <sub>BC</sub>	I <sub>с</sub>	U <sub>AC</sub>		
250 кВА в начале	8–00	365	390	360	390	365	390	176,4	19,82
	13–00	290	390	280	390	300	390	180,2	18,1
	20–00	380	390	400	390	390	390	165,2	25,1
400 кВА в середине	8–00	550	370	550	370	550	370	160,7	27,0
	13–00	405	380	405	380	405	380	173,4	21,2
	20–00	560	370	560	370	560	370	156,3	29,0
250 кВА в конце	8–00	360	340	370	340	345	340	151,7	31,0
	13–00	325	350	355	350	320	340	166,5	24,2
	20–00	365	340	405	340	390	340	147,6	32,9

На рис.1 наглядно показано как изменяется снижение напряжения у удаленного абонента в зависимости от места расположения ТП по длине фидера.

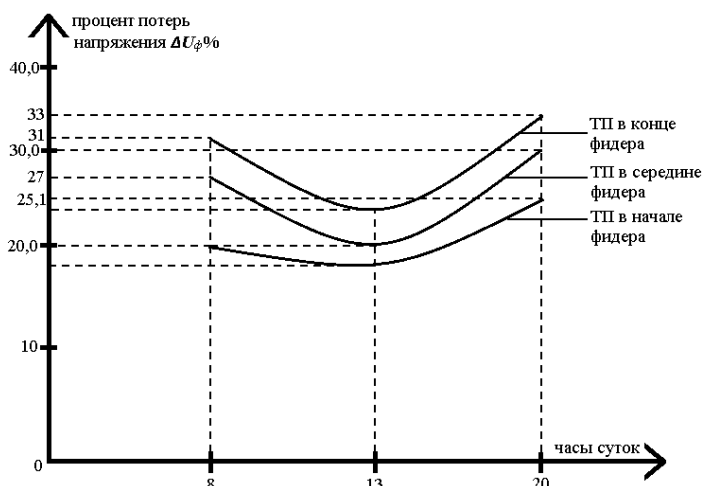


Рис.1. Изменение процента снижения фазного напряжения у абонента в зависимости от места расположения ТП 10/0,4 кВ по длине фидера 10 кВ.

**Вывод по первой главе.** Выполненные выше исследования эксплуатационного состояния распределительных электросетей 6–10 кВ Таджикистана на примере Бохтарского РЭС Южных электросетей позволяют их охарактеризовать следующими данными:

1. Сечения проводов ВЛ 0,38–10 кВ, введенных в эксплуатацию 45–50 лет назад, не обеспечивают экономичную пропускную способность и нормативные уровни напряжения в сетях в современных условиях многократно возросшей нагрузки, а также имеют значительные технические потери энергии.

2. Уровень напряжения как в узлах нагрузки сетей 0,38 –10 кВ, так и у потребителей не отвечает требованиям ГОСТ и других руководящих материалов.

3. Из-за пониженного уровня напряжения в сетях 0,38–10 кВ в розетках бытовых абонентов напряжение снижается до недопустимо низкого уровня – до 150–170 В (вместо 220 В) , что делает затруднительной жизнедеятельность населения.

4. В сельских электросетях 0,38–10 кВ, как показали наши исследования, имеет место частые аварийные отключения с длительными перерывами электроснабжения потребителей; удельную повреждаемость сельских воздушных распределительных электросетей 6-10 кВ для условий Таджикистана рекомендуется принять равной 0,63 отключения в год на 10 км ВЛ 6–10 кВ.

5. В сетях 6–10 кВ отсутствуют элементы автоматизации (автоматическое секционирование, АПВ, АВР) и средства повышения надежности их работы.



6. Результаты изучения аварийности сетей 0,38–10 кВ одного из РЭС и анализа составляющих единичной длительности перерыва электроснабжения потребителей позволили установить, что:

\*отсутствие разъединителей на отдельных отпайках фидеров не позволяет выполнить локализацию аварийного участка для их ремонта с сохранением питания потребителей остальной части фидера и является причиной длительного перерыва электроснабжения значительного числа потребителей с большими объемами недополучения электроэнергии;

\*отсутствие концевой резервной связи у значительного числа фидеров 6–10 кВ существенно снижает их надежность электроснабжения потребителей, так как в большинстве случаев на время поиска повреждения и восстановления электроснабжения ОВБ вынуждена отключать весь фидер, что также связано с увеличением недоотпуска электроэнергии;

\*применяемая стратегия поиска, как устойчивых повреждений, так и однофазных коротких замыканий на линиях 6–10 кВ далека от рациональной;

\*существующие воздушные сети 10 кВ не оснащены указателями поврежденного участка типа УПУ;

\*в настоящее время на всех РТП и в сетях 10 кВ РЭС отсутствует система централизованной телесигнализации об аварийных отключениях.

На основании вышеизложенного основными задачами исследования и разработки по настоящей работе являются:

1. Разработка методики расчетного анализа потерь напряжения в существующих сельских распределительных ВЛ 6–10 кВ и обоснования их реконструкции (модернизации) с оснащением сетей необходимыми СПН.

2. Разработать методические вопросы, обеспечивающие не отключать фидера 6–10 кВ действующих электросетей на длительный срок на время реализации проектов реконструкции электросетей 0,38–10 кВ.

**Во второй** главе обосновывается целесообразность реконструкции фидеров Бохтарского РЭС с целью обеспечения в сетях и у потребителей нормативного уровня изменения напряжения в пределах  $\pm 7,5\%$ .

Для расчетной оценки распределения потерь напряжения по длине линии и определения его значений в узловых точках сети 6–10 кВ нами разработан алгоритм расчетного определения и его методические вопросы с использованием удельных значений потерь напряжения (на один км линии) в фидерах с разными марками проводов и сечений. По алгоритму величину потерь напряжения на  $i$ -том участке фидера 6–10 кВ предлагается рассчитать путем определения его доли  $\Delta U_i$  в процентах от номинального (фактического) напряжения на линии. Для её определения нами предложено следующее выражение

$$\Delta U_i \% = \Delta U_{\text{уд}\%} \cdot S_{\text{расч}} \cdot l_y \quad (1)$$

где  $\Delta U_{уд\%}$  – удельные потери напряжения на один км участке линии (фидера) с длиной  $l_y$ , выполненной проводом конкретной марки и сечения;  $S_{расч}$  – расчетная нагрузка участка. Используя выражение (1), с учетом параметров алюминиевых проводов, нами расчетным путем была разработана таблица численных значений удельных потерь напряжения в линиях (на один км ее длины) с разными широко применяемыми в сетевом строительстве марками алюминиевых проводов марок А, АС и АН с разными сечениями с учетом изменения коэффициента мощности нагрузки линии (табл.2).

Таблица 2 - Зависимость удельных потерь напряжения  $\Delta U$  в % ВЛ 6–10 кВ с проводами различных марок и сечений при разных величинах  $\cos\varphi$ .

Cosφ	Значения $\Delta U, \% \cdot 10^{-3} / (\text{кВА} \cdot \text{км})$ для проводов марок								
	АС-16	АС-25	АН-35	А-35	АС-35	АС-50 АН-50	АС-70	АС-95	АС-120
0,73	1,54	1,09	0,89	0,85	0,81	0,66	0,53	0,45	0,39
0,74	1,56	1,10	0,90	0,85	0,81	0,66	0,54	0,45	0,39
0,75	1,58	1,10	0,90	0,85	0,82	0,66	0,54	0,45	0,40
0,76	1,59	1,11	0,90	0,86	0,82	0,66	0,55	0,45	0,40
0,77	1,60	1,12	0,90	0,87	0,83	0,66	0,55	0,45	0,40
0,78	1,62	1,13	0,91	0,87	0,83	0,67	0,55	0,45	0,40
0,79	1,64	1,14	0,91	0,88	0,83	0,67	0,55	0,45	0,40
0,80	1,65	1,15	0,91	0,88	0,83	0,68	0,55	0,45	0,40
0,81	1,66	1,15	0,92	0,89	0,84	0,68	0,55	0,45	0,40
0,82	1,68	1,15	0,92	0,89	0,84	0,68	0,55	0,45	0,40
0,83	1,69	1,15	0,93	0,89	0,85	0,68	0,55	0,45	0,40
0,84	1,70	1,16	0,93	0,90	0,85	0,68	0,54	0,44	0,39
0,85	1,71	1,16	0,93	0,90	0,85	0,68	0,54	0,44	0,39
0,86	1,72	1,17	0,93	0,90	0,85	0,68	0,54	0,44	0,39
0,87	1,73	1,17	0,93	0,90	0,85	0,68	0,53	0,43	0,38
0,88	1,74	1,18	0,93	0,90	0,85	0,68	0,52	0,43	0,37
0,89	1,75	1,18	0,93	0,90	0,85	0,68	0,51	0,42	0,36
0,90	1,75	1,19	0,93	0,90	0,85	0,68	0,51	0,41	0,35
0,91	1,76	1,19	0,93	0,90	0,85	0,67	0,50	0,40	0,35
0,92	1,76	1,19	0,93	0,90	0,85	0,67	0,50	0,40	0,34
0,93	1,77	1,20	0,93	0,90	0,85	0,67	0,50	0,40	0,34
0,94	1,78	1,20	0,93	0,90	0,85	0,68	0,50	0,40	0,33
0,95	1,79	1,20	0,93	0,90	0,85	0,69	0,50	0,40	0,32

Магистральной частью фидера (МЧФ) принято считать длину от его головного выключателя (ГВ) до наиболее удаленной ТП. От магистральной части, как правило отходят несколько отпайек со своими нагрузками.

Согласно методике, МЧФ фидера следует разделить на участки и для каждого из них определить свою процентную долю потерь напряжения.

Были определены потери напряжения на всех участках МЧФ и на отпайках рассматриваемого фидеров РЭС (табл.3).

Таблица 3 - Результаты расчетов потерь напряжения

Участок	Процент потерь напряжения / U (В) в конце участка										
	ГВ–1	1–2	2–3	3–4	отпайки						
	1				01	02	03	04	05	06	07
	9,13 9,09	8,99 8,27	5,8 7,79	4,074 7,47	0,858 9,013	0,861 9,0	0,875 0,823	0,881 7,68	0,85 7,65	0,86 7,63	0,89 7,58

По предложенному алгоритму были выполнены расчеты распределения потерь напряжения по длине всех 54 фидеров 6–10 кВ Бохтарского РЭС с выявлением фидеров, где имеет место недопустимо низкий уровень напряжения. В результате анализа расчетов отобраны 9 фидеров 10 кВ, где потеря напряжения существенно превышает нормированный уровень потерь напряжения, которые требуют реконструкцию (модернизацию).

#### **Выводы по второй главе.**

1. Для обоснования необходимости реконструкции (модернизации) конкретных фидеров 6–10 кВ существующих сельских электросетей и принятия обоснованного решения предложена методика определения распределения потерь напряжения по длине линии в длительно максимальном режиме нагрузки фидера и выявления ее участков за которыми имеет место отклонения напряжения, недопустимые по нормативам действующего ГОСТ и технологических норм проектирования сельских электросетей. Особенностью предложенной методики является то, что определение потерь напряжения на конкретном участке линии выполняется с учетом потерь напряжения на предыдущем участке, т.е. расчетное значение напряжения в конце предыдущего участка фидера рассматривается как напряжение источника питания для следующего за ним участка. Это позволяет определить реальную потерю напряжения на каждом участке фидера.

2. Введено понятие весового параметра **В** как фидера, так и его участков, используемый для деления фидера на части при его разукрупнении.

3. Разработаны удельные проценты потерь напряжения в кВА·км в зависимости от значений коэффициента мощности  $\cos\varphi$  для различных сечений широко применяемых в электросетях проводов марки А, АС, АН.

4. Предложена методика определения числа вновь образуемых фидеров при разукрупнении конкретного фидера.

**В третьей главе** разработаны методические положения разукрупнения фидеров 10кВ, Отличительной особенностью задачи реконструкции действующих сельских электросетей 6–10 кВ является то, что при практической реализации проектов их реконструкции не допустимо применение решений, требующих отключение ВЛ 6–10 кВ и их потребителей на длительное время. К таким решениям в первую очередь относятся замена проводов действующих электросетей.

Было предложено следующее выражение для определения критической длины головного участка МЧФ (начиная от ГВ) с конкретным проводом и расчетной нагрузкой, за которой величина процента потерь напряжения на фидере начинает превышать нормативную величину в –7,5% .

$$I_{кр} \cdot S_{расч} = 7,5 / \Delta U_{уд\%} \cdot 10^{-3} = B_{нвп} \quad (2)$$

где  $B_{нвп}$  – предлагается назвать нормативным весовым параметром, который для конкретного фидера с конкретной маркой провода с конкретным сечением и конкретным распределением нагрузок (ТП) по длине МЧФ служит мерилom для деления фидера на части (разукрупнения), где потери напряжения не превышали бы нормативную величину – 7,5%.

По изложенной методике было разработано разукрупнение 9 фидеров 10 кВ Бохтарского РЭС, в результате чего образован 18 ВОФ с соблюдением нормативного уровня потерь напряжения.

Всем ВОФА2 (их 9) необходимо обеспечить отдельный источник питания.

В условиях Бохтарского РЭС возможен два варианта обеспечения отдельного источника для питания каждого ВОФА2.

а) Сооружение отдельной РТП 35/10 кВ в центре нагрузок РЭС с отходящими линиями для питания каждого ВОФ;

б) Питание каждого ВОФ отдельным фидером от той же РТП, откуда питается ВОФА1 путем сооружения параллельного ему линии для питания ВОФА2.

### **Выводы по третьей главе.**

1. Отличительной особенностью задачи реконструкции действующих сельских электросетей 6–10 кВ является то, что при практической реализации проектов их реконструкции недопустимо применение СПЭ, требующих отключение фидеров (ВЛ) 6–10 кВ и их потребителей на длительное время. К таким СПЭ в первую очередь относятся замена проводов линий электропередачи , поскольку демонтаж проводов действующего фидера 6–10 кВ и подвеска взамен новых проводов даже для самого короткого фидера длиной 1,5 –2 км, с использованием передовых строительно - монтажных технологий и рекордных темпов работ,

для замены проводов требуется несколько месяцев. На такой срок обесточение потребителей недопустимо.

2. На этом основании сделан вывод о том, что при решении технических вопросов реконструкции (модернизации) действующих сельских электросетей 0,38 – 10 кВ следует исключить из рассмотрения вопрос о замене проводов распределительных линий электропередачи.

3. Предложен алгоритм расчета распределения потерь напряжения по длине распределительной линии (фидера) 6–10 кВ с иллюстрацией его применения для расчетов и анализа причин сверхнормативных потерь напряжения на примере конкретных действующих фидеров;

4. По предложенному алгоритму выполнен расчет распределения потерь напряжения на участках основных фидеров Бохтарского РЭС с анализом причин недопустимых потерь напряжения.

5. Обоснована и разработана методика разукрупнения фидеров 6–10 кВ, имеющих сверхнормативные потери напряжения в нагрузочных режимах;

6. Каждый из вновь образовавшихся фидеров (ВОФ) должен отвечать основному требованию – иметь потери напряжения не более, чем – 7,5% от номинального напряжения разукрупняемого фидера;

7. Предложен методический подход к выбору и обоснованию источника питания вновь образованных фидеров в результате разукрупнения действующих фидеров 6–10 кВ с недопустимым уровнем потерь напряжения;

8. Рассмотрены два варианта источника для отдельного питания вновь образованных (ВОФ) в результате разукрупнения фидеров:

- выбор и сооружение в центре нагрузок РЭС новой РТП 35/10 кВ, от которой рассмотрено питание каждого ВОФ отдельными линиями 10 кВ;

- для питания каждого ВОФ построить отдельную линию от той РТП, к которой подключен разукрупненный фидер.

9. Путем технико-экономического анализа затрат по каждому варианту для питания каждого ВОФ был рекомендован второй вариант, который предусматривает ввод дополнительной ВЛ 10 кВ от той РТП, фидер которой рекомендован к разукрупнению.

**Четвертая глава** посвящена методическим вопросам оснащения ВОФ 10 кВ техническими средствами повышения эффективности их работы (СПЭР).

Основными СПЭР, используемыми при реконструкции действующих распределительных электросетей 6–10 кВ являются:

1. Обеспечение фидеров 6–10 кВ двухсторонним питанием путем устройства концевой резервной связи с другим РТП или ее фидером;

2. Разукрупнение фидеров с питанием вновь образовавшихся фидеров от других источников;

3. Замена проводов действующих ВЛ 6–10 кВ на большее сечение;

4. Замена перегруженных трансформаторов ТП 6–10/0,4 кВ на большую мощность;

5. Рекомендации по выбору места установки секционирующих отделителей на магистральной части фидера и отпайках от нее;

6. Проверка технической и экономической обоснованности установленных на действующих фидерах разъединителей и возможные решение по их переустановке;

7. Установка на всех РТП 35–110/6–10 кВ системы централизованной телесигнализации для обеспечения передачи информации диспетчеру РЭС о видах нарушений на РТП;

8. Предложения по автоматизации сетей 6–10 кВ на основе многоступенчатого секционирования с использованием современных выключателей и схем с учетом опыта реализации аналогичных решений в энергосистемах других стран;

9. Оснащение фидеров 6–10 кВ указателями поврежденного участка типа УПУ и указателями короткого замыкания типа УКЗ;

10. Предложение об использовании в РЭС метода оптимальной организации процесса поиска поврежденного участка ВЛ 6–10 кВ.

Применение конкретного из перечисленных СПЭР или их сочетаний зависит от параметров рассматриваемого фидера– схемы фидера, его общей длины, его суммарной нагрузки и категорийности по надёжности.

Каждое из перечисленных СПЭР имеет свое назначение и оказывает вполне определенный эффект в виде улучшения отдельных показателей функционирования системы электроснабжения.

В этой же главе рассматривается использование автоматического секционирующего отделителя типа АСО–10 является автоматически действующим коммутационным аппаратом для секционирования отпайек от магистральных участков фидеров 10 кВ. В случае возникновения короткого замыкания на поврежденном ответвлении устройство автоматики АСО–10 реагирует на ток замыкания подобно максимальной токовой защите, но производит отключение поврежденного направления в бестоковую паузу после отключения короткого замыкания выключателем, работой АПВ головной защиты восстанавливается электроснабжение по неповрежденной части линии.

Учитывая высокую эффективность АПВ, отделители пережидают первый цикл АПВ, отключая отпайку только в случае устойчивого повреждения на ней. Питание неповрежденной части линии восстанавливается действием второго цикла АПВ.

Экономическая эффективность установки отделителей на отпайках от МЧФ 10 кВ предлагается определять следующим выражением:

$$C_{\text{отп}} = y_0 (S_{\Sigma} - S_{\text{отп}}) \cos \varphi K_0 a_0 t_{\text{ср}} l_{\text{отп}} > Z_{\text{асо}} \quad (3)$$

где  $Z_{\text{асо}}$  – приведенные затраты на установку АСО – 10;  $y_0$  – эквивалентная стоимость ущерба на 1 кВтч недоотпущенной электроэнергии, сом/кВтч;

$S_{\Sigma}$  – суммарная номинальная мощность трансформаторов 10/0,4 кВ, подключенных к фидеру, кВА;  $\cos \varphi$  – усредненный коэффициент мощности по фидеру, равный 0,8–0,85;

$K_0$  – коэффициент одновременности для суммирования мощности трансформаторов фидера  $S_{\Sigma}$ ;  $a_0$  – частота отключений ВЛ за год;  $t_{\text{ср}}$  – средняя длительность одного перерыва электроснабжения из-за устойчивых повреждений на линии, отнесенное к 10 км ВЛ 10 кВ, ч/км;  $l_{\text{отп}}$  – длина отпайки, км.

Длительность единичного перерыва электроснабжения потребителей при аварийных отключениях сельских распределительных электросетей 6–10 кВ содержит несколько составляющих, одной из которых является  $t_{\text{инф}}$  – время от момента аварийного отключения фидера головным выключателем до момента получения об этом информации от потребителя дежурным диспетчером РЭС. При отсутствии устройства телемеханики на РТП 110–35/10 кВ, где произошло аварийное отключение, фидера об этом станет известным диспетчеру только по сообщениям потребителей;

Как показывает статистика, длительность  $t_{\text{инф}}$  в зависимости от удаленности сетей, времени суток и года в среднем может длиться 0,5–1 ч.

Современные телемеханические системы обладают широкими функциональными возможностями поэтому установленное на РТП устройство телемеханики может фиксировать не только факты аварийного отключения отходящих фидеров и передавать сигнал в диспетчерский пункт РЭС, но также контролировать работу и состояние всего подстанционного оборудования и передавать соответствующую информацию в пункты управления и контроля. Для этого устройство телемеханики должно иметь каналы связи с блок-контактами всех выключателей 6–10 и 35–110 кВ, а также со всем оборудованием РТП.

Оснащение сельских распределительных ВЛ 6–10 кВ устройством УПУ существенно сокращает время отысканию места повреждения на линии и уменьшает длительность перерыва электроснабжения потребителей при аварийных отключениях в сети.

Разработанная методика оценки эффективности установки УПУ на ВЛ (фидере) 6–10 кВ. Установка УПУ существенно сокращает составляющее  $t_{\text{пс}}$  – время поиска поврежденного участка фидера до величины  $t_{\text{пс}}^*$ . Разница  $t_{\text{пс}} - t_{\text{пс}}^* = \Delta t_{\text{пс}}$  выражает эффект от установки УПУ, т.е. на эту величину

снижается длительность перерыва электроснабжения потребителей за счет ускорения нахождения поврежденного участка фидера, благодаря установке УПУ.

**Выводы по четвертой главе.** С целью применения в разукрупненных фидерах 6–10 кВ и предложены следующие основные средства повышения их надежности и эффективности с разработкой методических положений по их использованию:

1. Обеспечение фидеров 6–10 кВ двухсторонним питанием путем устройства концевой резервной связи с другим РТП или ее фидером;
2. Разукрупнение фидеров с питанием вновь образовавшихся фидеров от других источников;
3. Рекомендации по выбору места установки секционирующих отделителей на магистральной части фидера и отпайках от нее;
4. Проверка технической и экономической обоснованности установленных на действующих фидерах разъединителей и возможные решения по их переустановке;
5. Установка на всех РТП 35–110/6–10 кВ системы централизованной телесигнализации для обеспечения передачи информации диспетчеру РЭС о видах нарушений на РТП;
6. Предложения по автоматизации сетей 6–10 кВ на основе много-ступенчатого секционирования с использованием современных выключателей и схем с учетом опыта реализации аналогичных решений в энергосистемах других стран;
7. Оснащение фидеров 6–10 кВ указателями поврежденного участка типа УПУ и указателями короткого замыкания типа УКЗ;

Применение конкретного из перечисленных СПЭ или их сочетаний зависит от параметров рассматриваемого фидера – схемы фидера, его общей длины, его суммарной нагрузки и категоричности по надёжности.

По отдельным СПЭ были разработаны методические положения для оценки их экономической эффективности.

### **ВЫВОДЫ**

1. Уровень напряжения как в узлах нагрузки сетей 0,38–10 кВ, так и у потребителей в условиях Таджикистана не отвечает требованиям ГОСТ и других руководящих материалов, на основании чего признано необходимой реконструкция распределительных электросетей.

2. Из-за пониженного уровня напряжения в сетях 0,38–10 кВ в розетках бытовых абонентов напряжение снижается до недопустимо низкого уровня – до 150–170 В (вместо 220 В), что делает затруднительной жизнедеятельность населения.

3. Отличительной особенностью задачи реконструкции действующих сельских электросетей 6–10 кВ является то, что при практической реализации проектов их реконструкции (модернизации) недопустимо



применение решений, требующих отключения фидеров (ВЛ) 6–10 кВ и их потребителей на длительное время. К таким решениям в первую очередь относится замена проводов линии.

4. В сельских электросетях 0,38–10 кВ имеет место частые аварийные отключения с длительными перерывами электроснабжения потребителей, удельную их значение для условий Таджикистана рекомендуется принять 0,63 отключения в год на 10 км ВЛ 6–10 кВ.

5. В сетях 6–10 кВ Таджикистана отсутствуют элементы автоматизации (автоматическое секционирование, АПВ, АВР) и применение других средств повышения надежности их работы.

6. С целью принятия обоснованного решения по реконструкции предложена методика определения распределения потерь напряжения по длине линии в длительно максимальном режиме нагрузки с выявлением ее участков, за которыми имеет место недопустимые отклонения напряжения.

7. Разработаны удельные проценты потерь напряжения в кВА·км в линиях 6–10 кВ в зависимости от значений коэффициента мощности  $\cos\varphi$  для различных сечений широко применяемых в электросетях проводов марки А, АС, АН.

8. Особенностью предложенной методики является то, что расчетное значение напряжения в конце предыдущего участка МЧФ рассматривается как напряжение источника питания для следующего за ним участка. Это позволяет определить реальную потерю напряжения на каждом участке фидера.

9. Для определения процента потерь напряжения на отдельных участках фидеров 6–10 кВ предложено выражение, с использованием которого предлагается определить действительное значение напряжения в конце каждого участка фидера 6–10 кВ.

10. Введено понятие весового параметра **В** как фидера, так и его участков, используемый для выбора точки деления фидера на части при его разукрупнении.

11. Предложена методика определения числа вновь образуемых фидеров при разукрупнении конкретного фидера.

12. Для целей применения в разукрупненных фидерах 6–10 кВ предложены следующие основные средства повышения их надежности и эффективности работы (СПЭР) с разработкой методических положений по их использованию:

\* Обеспечение фидеров 6–10 кВ двухсторонним питанием путем устройства концевой резервной связи с другим РТП или ее фидером;

\* Разукрупнение фидеров с питанием вновь образовавшихся фидеров от других источников;

\* Рекомендации по выбору места установки секционирующих отделителей на магистральной части фидера и отпайках от нее;

\* Проверка технической и экономической обоснованности установленных на действующих фидерах разъединителей и возможные решение по их переустановке;

\* Установка на всех РТП 35–110/6–10 кВ системы централизованной телесигнализации для обеспечения передачи информации диспетчеру РЭС о видах нарушений на РТП;

\* Предложения по автоматизации сетей 6–10 кВ на основе многоступенчатого секционирования с использованием современных выключателей и схем с учетом опыта реализации аналогичных решений в энергосистемах других стран;

\* Оснащение фидеров 6–10 кВ указателями поврежденного участка типа УПУ и указателями короткого замыкания типа УКЗ;

Применение конкретного из перечисленных СПЭР или их сочетаний зависит от параметров рассматриваемого фидера– схемы фидера, его общей длины, его суммарной нагрузки и категоричности по надёжности..

#### **Список опубликованных работ по теме диссертации:**

1. **Рахматулов А.З.** Алгоритм расчета распределения потерь напряжения по длине фидера 6–10 кв [Текст] / А.З. Рахматулов // Известия: Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова , №4(44), – 2017. 220–228с.

2. **Рахматулов А.З.** О качестве электроснабжения сельских районов на примере распределительных сетей Таджикистана [Текст] / А.З. Рахматулов // Экологическое состояние природной среды и научно–практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК: материалы Междунар. науч.–прак. конф. (Рязань, РГАТУ, 16–17 февраля 2017) / под ред. Д.В. Виноградова. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017. – ч.2, 247-249с.

3. **Рахматулов А.З.** О целесообразности более полного использования стока малых и средних рек Кыргызстан и Таджикистан [Текст] / А.З. Рахматулов, К.Р. Рахимов // Сборник материалов Международной научно–практической конференции, посвященной 75–летию Иссык–Кульского государственного университета им. К. Тыныстанова. Каракол, 2015. 14-19с.

4. **Рахматулов А.З.** Использование потенциала гидроресурсов Таджикистана [Текст] / А.З. Рахматулов, К.Р. Рахимов, Х.Х. Нахаров // Вестник: Рязанского Государственного Агротехнологического Университета им. А. Костычева: Научно–производственный журнал №3 (27), – 2015. 80-83с.

5. **Рахматулов А.З.** Пути и способы использования энергия малых и средних рек [Текст] / А.З. Рахматулов, К.Р. Рахимов, Х.Х. Назаров // Сборник: Республиканской научно–практической конференции «Развитие стабильной

энергетики в годы независимости » 22–23 декабря 2016 года. Институт энергетики Таджикистан, 2016. 113-116с.

6. **Рахматулов А.З.** Мероприятия по снижению потерь в сетях РЭС [Текст] / С.С. Кадыркулов, А.З. Рахматулов // Вестник: Курган-Тюбенского государственного университета имени Носира Хусрава, (научный журнал) серия естественных наук №2/2(46). Курган-Тюбе – 2017. 26-30с.

7. **Рахматулов А.З.** Статистическая оценка показателей качества электрообеспечения в распределительных электросетях [Текст] / С.С. Кадыркулов, А.З. Рахматулов, Г.Х. Хожин // Известия Кыргызского государственного технического университета имени И.Раззакова, №4(44), – 2017. 131-138с.

8. **Рахматулов А.З.** О характеристике сельских электросетей Таджикистана, состояние их надёжности работы и качества электрообеспечения [Текст] / А.З. Рахматулов // Вестник: Курган-Тюбенского государственного университета имени Носира Хусрава, (научный журнал) серия естественных наук №2/2(54). Бохтар – 2018. 26-32с.

9. **Рахматулов А.З.** О методическом подходе к определению распределения потерь напряжения по длине ВЛ 6–10 кВ [Текст] / Р.Т. Каражанова, А.З. Рахматулов, О.М. Медетбеков // Известия: Ошского технологического университета №1/2018, Материалы Республиканской научно – практической конференции «Физико–технические проблемы в образовании и науке», посвященной светлой памяти кандидата биологических наук, Асанова Маматазима Асановича и 25 – летнему юбилею кафедры «Физика» – ОШ 2018. 246-251с.

10. **Рахматулов А.З.** О средствах повышения эффективности работы сельских воздушных электросетей 6-10 кВ [Текст] / С.С. Кадыркулов, Б.К. Жусубалиева, А.З. Рахматулов // Материалы международной Научно-практической конференции: Электроэнергетика: Проблемы и перспективы развития энергетики региона. Часть 1. Душанбе – 2018. 235-236 с.

11. **Рахматулов А.З.** Методический подход к разукрупнению сельских воздушных электролиний [Текст] / С.С. Кадыркулов, А.З. Рахматулов, Б.К. Жусубалиева // Известия Кыргызского государственного технического университета имени И.Раззакова, №4(48), – 2018. 123-128с.

## РЕЗЮМЕ

**Диссертации Рахматулоева Ашурали Зокировича на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14. 02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы» на тему «Исследование распределительных электросетей Таджикистана и разработка технических решений по их реконструкции»**

**Ключевые слова:** распределительные электросети, потери напряжения, реконструкция, участки фидера, разукрупнение фидера 10 кВ, источники питания, надёжность, средства повышения эффективности, рекомендации.

**Объект исследования:** распределительные электрические сети Таджикистана.

**Предметом исследования:** являются распределительные трансформаторные подстанции (РТП) 35–220/6–10 кВ, схемы существующих сетей 6–10 кВ, их аварийность, состояние их оснащённости устройствами автоматического повторного включения (АПВ) и автоматического включения резервного питания (АВР), секционирующими разъединителями, применяемые оперативно–выездными бригадами (ОВБ) стратегии поиска поврежденного места на участках линий.

**Цель диссертационной работы:** на основании исследования структуры существующих распределительных сетей, показателей их режима напряжения и надёжности работы разработать методические вопросы определения потерь напряжения на участках действующих сетях и вопросы обоснования разукрупнения и реконструкции электросетей 6–10 кВ применительно к сетям конкретного РЭС, а также разработать рекомендации по оснащению сетей 6–10 кВ техническими средствами повышения их эффективности работы.

**Методы исследования и аппаратура:** Для обоснования постановки задачи исследования, а также количественной оценки надёжности работы сельских распределительных сетей и потребителей использована методика сбора и обработки статистики повреждаемости оборудования и сетей, обследования структуры потребителей. При обработке статистической информации и её анализе применены положения теории вероятностей и математической статистики.

**Полученные результаты и их новизна:** На основании исследований обоснована необходимость реконструкция распределительных электросетей объекта. Показана отличительная особенность задачи реконструкции действующих сельских электросетей 6–10 кВ - при реконструкции действующих электросетей недопустимо применение решений, требующих отключения фидеров (ВЛ) 6–10 кВ и их потребителей на длительное время.

В работе предложена методика определения распределения потерь напряжения по длине линии в длительно максимальном режиме нагрузки с выявлением ее участков, за которыми имеют место недопустимые отклонения напряжения. Разработаны удельные проценты потерь напряжения в кВА·км на один км линии 6–10 кВ в зависимости от значений коэффициента мощности  $\cos\varphi$  для различных сечений широко применяемых в электросетях проводов марки А, АС, АН.

Предложена методика определения числа вновь образуемых фидеров при разукрупнении конкретного фидера. Для целей применения в разукрупненных фидерах 6–10 кВ предложены основные средства повышения их надежности и эффективности работы с разработкой методических положений по их использованию и определению экономической эффективности.

**Степень использования:** В настоящей работе разработаны методические указания по расчету распределения потерь напряжения по участкам действующих сельских электросетей 6–10 кВ и обоснование их реконструкции (модернизации). Методические указания были приняты электроснабжающими предприятиями к внедрению при разработке мероприятий по улучшению работы своих электросетей.

**Степень внедрения и экономическая эффективность:** Результат исследования показывает, что при реконструкции распределительных электросетей 6–10 кВ задачу обеспечения концевой резервной связью действующих фидеров от РТП 35–110/6–10 кВ надо решать комплексно с учетом развития в рассматриваемой зоне всех отраслей экономики данного района, в том числе и несельскохозяйственных.

**Область применения:** для улучшения качества работы энергетической системы Таджикистана.

**Рахматулов Ашурали Зокировичтин 05.14.02 – “Электр чордондору жана электр энергетикалык тутумдар” адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты деген илимий даражага жетишүүгө арналган “Таджикистандын шартында бөлүштүрүүчү электр тарамдарын кайра куруунун техникалык чечимдерин негиздөөнүн усулдук маселелерин иштеп чыгуу” аталыштагы диссертциялык ишинин КЫСКАЧА ЖЫЙЫНТЫГЫ**

**Ачкыч создор:** Бөлүштүрүүчү электр тармактары, чыңалуунун жоготуулары, кайра куруу, салгычтын бөлүктөрү, 10 кВ салгычын кичирейтүү, азыктандыруу булактары, өзүнчө электр менен камсыз кылуу, баштапкы тандоо, көбөйүп, ишенимдүүлүк, натыйжалуулукту жогорулатуу каражаты, рекомедация

**Изилдөө объекти:** Тажикстандын бөлүштүрүүчү электр тармактары.

Изилдоо предмети болуп 35–220/6–10 кВ болуштуруучу трансформаторлук комок-чордондор, иштеп жаткан 6 – 10 кВ электрлик тармактардын түзмөктөрү, алардын бүлүнүүсү, автоматтык кайталап кошуу (АКК) жана камдык азыктандырууну автоматтык бириктирүүчү түзмөк (АБТ), кайчылаштырган ажыраткычтар менен камсыз кылуу абалы жана ыкчам бригадалар колдонгон чубалгылардын бузулган жерлерин изденүү стратегиялары.

**Изилдөөнүн максаты:** иштеп жаткан бөлүштүрүү тармактардын структурасын изилдөөнүн, ошондой эле алардын чыңалуу режиминин жана иштегенинин ишенимдүүлүгүнүн көрсөткүчтөрүнүн негизинде иштеп жаткан тармактардын чыңалуусунун жоготууларын аныктоого тиешелүү методологиялык суроолорду иштеп чыгуу; 6-10 кВ электр тармактарды майдалоонун жана кайрадан куруунун негиздөөчү суроолору райондук электр тармагына (РЭТ) ылайыктуу, жана ошондой эле 6-10 кВ тармактардын натыйжалуулугун жогорулатуу үчүн техникалык каражаттардын камсыздандыруу сунуштарын иштеп чыгуу.

**Изилдөө ыкмалары жана каражаттары:** изилдөөнүн коюлган маселелерин негиздөө үчүн, ошондой эле айылдык бөлүштүрүүчү тармактардын жана керектөөчүлөрдүн ишенимдүүлүгүн сан жагынан баалоо үчүн жабдуулардын жана тармактардын бузулушунун статистикасын чогултуу жана иштетүү ыкмасы колдонулган. Статистикалык маалыматты иштеп чыгуу жана аны талдоо жүргүзгөндө, мүмкүнчүлүгү теориясынын жана математикалык статистиканын жоболору колдонулат.

**Алынган натыйжалар жана алардын жаңылыгы:** Изилдөөлөрдүн негизинде объекттин бөлүштүрүү электр тармактарын кайрадан куруу зарылчылыгы негизделген. Иштеп жаткан айылдык 6-10 кВ электр тармактарын кайрадан куруу маселесинин өзгөчөлүгү көрсөтүлгөн – иштеп турган электр тармактарды кайрадан куруу учурунда 6-10 кВ фидерлерин жана керектоочулорун узак мөөнөткө өчүрүүнү талап кылган чечимдерди колдонууга жол берилбеш керек.

Жүктүн узак, максималдуу иштөө шартында электр линиясынын узундугу боюнча чыңалуунун жоголушун бөлүштүрүүнү аныктоо ыкмасы сунушталган ошол эле мезгилде, ал линиянын чыңалуусунун жараксыз четтөөлөрү бар бөлүмдөрүн аныктоо менен. Электр тармагындагы кеңири колдонулуучу А, АС, АН маркасындагы электр зымдарынын ар түрдүү кесилиш аянты үчүн,  $\cos\varphi$  кубаттуулук коэффициентинин маанисине жараша, 6-10 кВ линиясынын бир километр аралыгындагы чыңалуунун (кВА·км) жоголушунун салыштырмалуу пайызы иштелип чыгарылган.

Белгилүү салгычты майдалоо учурунда кайрадан түзүлгөн салгычтардын санын аныктоонун ыкмасы сунушталган. Майдалоодон кийин түзүлгөн 6-10 кВ салгычтарда колдонуу учун алардын ишенимдүүлүгүн жана натыйжалуулугун жогорулата турган негизги каражаттар жана аларды колдонуу менен экономикалык натыйжалуулугун аныктоо боюнча ыкма жоболору сунушталган.

**Колдонуу даражасы:** Бул жумушта 6-10-КВ иштеп аткан айыл электр тармактардын бөлүктөрү боюнча чыңалуунун жоготуусун бөлүштүрүүнүн эсебинин усулдук көрсөтмөсү жана аларды кайрадан куруу (модернизация) үчүн негиздөөсү иштелип чыккан. Усулдук көрсөтмөнү, электр менен камсыздоо ишканалары өздөрүнүн системасынын ишин жакшыртуу боюнча иш-чаралар иштеп чыгаар учурунда кабыл алышы мүмкүн.

**Ишке ашыруу даражасы жана экономикалык натыйжалуулугу:** Изилдөөнүн жыйынтыгы, 6-10 кВ бөлүштүрүүчү тармактарды кайрадан куруу учурда, акыркы камдык байланыш менен 35-110 / 6-10 кВ РТПдан иштеп аткан салгычтарды камсыздандыруу маселеси комплекстүү түрүндө, карала турган тилкедеги берилген райондун баардык тармактарынын өнүгүүсүн эсепке алуу менен, чечилиши керек, деп көрсөтөт.

**Колдонуу чөйрөсү:** Тажикстандын электр системасынын иштөө сапатын жакшыртуу учун.

## SUMMARY

dissertations of **Rahmatuloeva Ashurali Zokirovich** for a scientific degree of candidate of technical sciences on the specialty 05.14. 02 –

«Electric power stations and electric power systems» on topic

**«The substantiation technical development by electrification issues of Tajikistan by technical solutions»**

**Keywords:** distribution electric networks, voltage losses, reconstruction, feeder sections, disassembling of the feeder 10 kV, power sources, reliability, means of increasing efficiency, recommendations.

**Object of research:** distribution electric networks of Tajikistan.

**Subject of research:** are distribution transformer substations (RTP) of 35–220 / 6–10 kV, schemes of existing networks of 6–10 kV, their breakdown rate, the state of their equipping with automatic power-up devices (APS) and automatic backup power supply (ATS), sectioning disconnectors used by the operational field teams (AEC) of the search for damaged areas on the line sections.

**Objectives of dissertation:** on the basis of a study of the structure of existing distribution networks, indicators of their voltage mode and reliability, to develop methodological issues for determining voltage losses on sections of existing networks and the substantiation of the disaggregation and reconstruction of 6–10 kV power networks with respect to networks of a particular RES, as well as

develop recommendations to equip 6-10 kV networks with technical means to increase their efficiency.

**The research methods and instruments:** To justify the statement of the research task, as well as a quantitative assessment of the reliability of rural distribution networks and consumers, a technique was used to collect and process damage statistics of equipment and networks, and to examine consumer structures. When processing statistical information and its analysis, the provisions of probability theory and mathematical statistics are applied.

**The obtained results and their novelty:** Based on the studies, the need to reconstruct the distribution power networks of the facility is substantiated. A distinctive feature of the task of reconstruction of existing rural electric networks of 6-10 kV is shown - when reconstructing existing electricity networks, it is unacceptable to use solutions that require disconnecting feeders (OHL) of 6-10 kV and their consumers for a long time.

The paper proposes a methodology for determining the distribution of voltage losses along the line in the longest maximum load mode with the identification of its sections, behind which there are unacceptable voltage deviations. Specific percentages of voltage losses in  $\text{kVA} \cdot \text{km}$  per one km of the 6–10 kV line have been developed, depending on the values of the power factor  $\cos\varphi$  for various cross-sections of wires of the A, AC, and AN type widely used in power grids.

A technique is proposed for determining the number of newly formed feeders when disaggregating a particular feeder. For the purposes of application in disaggregated feeders of 6-10 kV, the main means of increasing their reliability and operational efficiency with the development of methodological provisions for their use and determination of economic efficiency are proposed.

**Practical significance:** In this work, methodological guidelines have been developed for calculating the distribution of voltage losses across sections of existing rural 6–10 kV electric networks and the rationale for their reconstruction (modernization). Guidelines can be adopted by electricity supplying enterprises for implementation when developing measures to improve the operation of their electricity networks.

**Scale of implementation and economic efficiency of the research results:** The result of the study shows that during the reconstruction of distribution networks of 6–10 kV, the task of providing end-to-end backup communications for existing feeders from RTPs of 35–110 / 6–10 kV must be comprehensively solved taking into account the development of all sectors of the economy in the considered zone this area, including non-agricultural.

**Application field:** to improve the quality of the energy system of Tajikistan.



Подписано к печати 14.10.2019

Формат 60x80 1/16

объем 1,56 п.л.

Тираж: 70

---

КГТУ им. И. Раззакова кафедра “Электроэнергетика” 720044, г. Бишкек,  
пр. Ч. Айтматова, 66