

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ**

На правах рукописи

УДК 621.396.6.001.12 ХАЛИКОВ Содикжон Салихджанович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
РАЗЪЕДИНИТЕЛЯМИ КОНТАКТНОЙ СЕТИ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

**05.13.05-Элементы и устройства вычислительной техники и
систем управления**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

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

Ташкент-2010

Работа выполнена на кафедре «Электрическая связь и радио»
Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта.

Научный руководитель: доктор технических наук
ХАЛИКОВ Абдульхак Абдульхаирович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор,
АМИРОВ Султон Файзуллаевич

кандидат технических наук, доцент
ЎЛЖАЕВ Эркин Ўлжаевич

Ведущая организация: Институт Энергетики и автоматики АН РУз

Защита диссертации состоится «__»_____ 2010 г. в ____ часов на заседании специализированного совета Д 067.07.01 при Ташкентском государственном техническом университете имени Абу Райхана Беруни по адресу: 100095, г. Ташкент, ул. Университетская, 2, ТашГТУ, Факультет электроники и автоматики, ауд. 418.

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке Ташкентского государственного технического университета имени Абу Райхана Беруни (Ташкент, ул. Университетская, 2).

Автореферат разослан «__»_____ 2010 г.

Ученый секретарь
специализированного совета

доктор технических наук, профессор **АЗИМОВ Р.К.**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы. Узбекистан является одним из государств Центральной Азии, не имеющих выхода к морю, и для успешного развития торговли необходимо эффективное использование железных и автомобильных дорог, через которые возможен выход к морским портам. Поэтому железным дорогам Республики Узбекистан уделяется много внимания. Реконструируются и строятся новые участки железных дорог, планомерно расширяется сеть электрифицированных железных дорог.

Основным стратегическим направлением технической политики Государственно-акционерной железнодорожной компании «Ўзбекистон темир йўллари» является расширение полигона железных дорог с электрической тягой поездов. При этом предпринимаются энергичные действия по уменьшению финансовых затрат на содержание и эксплуатацию существующих систем и устройств электроснабжения. Это требует постоянного совершенствования систем управления электроснабжением и устройств телемеханики для обеспечения их высокой надежности, дальнейшего повышения производительности труда и сокращения эксплуатационных расходов.

Одной из наиболее распространенных конструкций на электрифицированных участках железных дорог является система секционированного отключения контактной сети за счет приведения в действие разъединителей, которые получают питание от линий автоблокировки. Опыт эксплуатации разъединителей показывает, что на ряде участков при довольно высокой надежности аппаратуры автоматики и телемеханики контактной сети общая надежность системы оказывается недостаточной. Это из-за неудовлетворительной работы устройств дистанционного управления разъединителями контактной сети и линий автоблокировки, как наиболее часто переключаемых объектов.

Существующая система дистанционного управления разъединителями была разработана в шестидесятые годы прошлого столетия и является морально устаревшей. Поэтому требуется замена системы дистанционного управления, использующей дорогостоящую кабельную продукцию и кнопочно-коммутирующие контактно-релейные элементы, на новую систему диспетчерского управления и сбора информации, которая будет управляться по радио с помощью управляющей электронной вычислительной машины (УЭВМ). В этой связи **актуальной задачей** является исследование возможности замены существующего принципа управления разъединителями контактной сети по кабельным линиям связи на радиоуправление.

Степень изученности проблемы. В системе управления электроснабжением электрифицированных железных дорог особое внимание необходимо уделять применению радиоуправления

разъединителями контактной сети железнодорожного транспорта и контроля их состояния с помощью УЭВМ.

3

В работах Л.С. Гуткина, В.Б. Пестрякова, В.Н. Гуткина рассмотрено радиоуправление движением (снарядов, космических аппаратов, самолетов) летательных аппаратов различного вида и назначения. Изложены вопросы проектирования (передачи информации, радиолокации, радиоуправления и др.), являющиеся общими для информационных радиотехнических систем различных классов и назначений. Рассмотрены их основные показатели качества и помехоустойчивость. Работа Григорьева В.Л., Лабунского Л.С., Папина А.Н. посвящена разработке структурной схемы аппаратуры радиоуправления освещением станции. Однако, до настоящего времени не были изучены вопросы применения радиоуправления разъединителями для контроля их состояния с помощью УЭВМ, а также вопросы устойчивости связи при радиоуправлении разъединителями контактной сети в условиях электрифицированных железных дорог Республики Узбекистан.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР. Работа выполнена на кафедре «Электрическая связь и радио» Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта по Х/Д №51 на тему «Разработка дистанционного управления разъединителями контактной сети по радио на территории ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари»», выполненной по заказу ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари» и по Г/Б теме кафедры П №30: «Проблемы совершенствования средств связи на объектах ГАЖК «ЎТЙ» ПК-1 от 2001 года.

Целью исследования является решение важной научно-технической проблемы совершенствования устройств систем управления разъединителями контактной сети железнодорожного транспорта с целью улучшения технико - экономических и эксплуатационных характеристик разъединителей путем разработки устройства системы радиоуправления на базе УЭВМ для электрифицированных железных дорог Республики Узбекистан.

Задачи исследования. Для достижения цели исследования поставлены и решены следующие задачи:

- анализ существующих устройств системы управления разъединителями контактной сети электрифицированных железных дорог Республики Узбекистан;
- экспериментальное исследование схемы контроля состояния разъединителей с помощью УЭВМ и разработка бесконтактной схемы управления электроприводом;
- исследование устойчивости связи при радиоуправлении разъединителями контактной сети в условиях электрифицированных

железных дорог Республики Узбекистан;

- разработка метода защиты от несанкционированного доступа к управлению и контролю разъединителями;

- сравнительная оценка надежности разъединителей с радиоуправлением.

4

Объект и предмет исследования: дистанционное управление разъединителями контактной сети железнодорожного транспорта Республики Узбекистан, предназначенных для проведения профилактических работ и ликвидации аварийных ситуаций в процессе эксплуатации.

Методы исследований: теория информации, радиоуправление, теория надежности технических систем, методы защиты информации от несанкционированных действий.

Гипотеза исследования. Возможность использования разработанного устройства радиоуправления разъединителями контактной сети электрифицированных железных дорог Республики Узбекистан с целью улучшения его технико-экономических и эксплуатационных характеристик.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Разработка устройства системы управления разъединителями контактной сети электрифицированных железных дорог Республики Узбекистан, схемы контроля состояния разъединителей с помощью УЭВМ и бесконтактной схемы управления электроприводом.

2. Разработка алгоритмов управления устройств системы радиоуправления и контроля состояния разъединителей с помощью УЭВМ.

3. Результаты исследований и вопросы устойчивости связи при радиоуправлении разъединителями контактной сети в условиях электрифицированных железных дорог Республики Узбекистан.
4. Метод защиты от несанкционированного доступа к управлению разъединителями и контролю.

5. Алгоритмы оценки надежности разъединителей с радиоуправлением. **Научная новизна** работы заключается в том, что:
 - впервые предложено новое бесконтактное устройство системы радиоуправления разъединителями контактной сети электрифицированных железных дорог Республики Узбекистан;

- разработаны алгоритмы управления устройствами системы радиоуправления и контроля состояния разъединителей с помощью УЭВМ;
- исследованы вопросы устойчивости связи при радиоуправлении разъединителями контактной сети в условиях электрифицированных железных дорог Республики Узбекистан;

– разработан метод защиты от несанкционированного доступа к управлению разъединителями и контролю.

Научная и практическая значимость результатов исследования заключается в разработке устройства системы радиоуправления разъединителями и схемы контроля состояния их с помощью УЭВМ, а также схемы управления электроприводом разъединителя на базе бесконтактных тиристорных коммутаторов, исключающей недостатки существующих схем дистанционного управления разъединителями.

Практическая значимость результатов диссертационного исследования определяется возможностью создания современного устройства системы

5

радиоуправления разъединителями контактной сети для электрифицированных железных дорог Республики Узбекистан. **Реализация результатов.** Теоретические и практические результаты исследований в виде разработки устройств систем управления разъединителями контактной сети железнодорожного транспорта, выполненной по заказу ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари», нашли практическое применение на железнодорожном узле Кунград ЭЧ-10 с ожидаемым экономическим эффектом 4,7 млн. сум (на одном объекте) за счет совершенствования устройств систем управления разъединителями контактной сети железнодорожного транспорта на базе бесконтактных тиристорных коммутаторов.

Теоретические и практические результаты работы также используются в учебном процессе Ташкентского Государственного технического университета и Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта по направлениям образования бакалавров 5521300-«Электротехника, электромеханика и электротехнология» и 5520200-«Электроэнергетика». Внедрение результатов диссертационной работы подтверждены актами.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на Республиканской научно-технической конференции с участием зарубежных ученых «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте» (Ташкент, ТашИИТ 2005 г.), а также на ежегодных научных семинарах кафедры и научно-технических конференциях ТашИИТ, «Актуальные проблемы научно-педагогической работы» (Ташкент 2005-2009 г.г.), «XXIV научно-методическая конференция ТашИИТа» (Ташкент 2006-2009 г.г.), на расширенном научном семинаре кафедр «Электрическая связь и радио» и «Электроснабжение и микропроцессорное управление» ТашИИТ (2009 г.) и на научном семинаре при специализированном совете Д 067.07.01 при ТашГТУ (2010 г.).

Опубликованность результатов. Основные результаты диссертации

опубликованы в 8 печатных работах, в том числе: 5 журнальных статей, 2 тезисов на научно-технических конференциях и получен 1 патент Государственного патентного ведомства Республики Узбекистан.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Основная часть диссертации 147 страниц, в том числе 117 страниц основного текста, 65 рисунков, 7 таблиц, список литературы содержит 97 наименований.

Пользуясь случаем автор выражает глубокую благодарность научному руководителю - доктору технических наук Халикову А.А. за постановку задачи и научное руководство работой, а также кандидату технических наук, доценту Кривопишину В.А. за научные консультации и внимание к работе.

6

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность исследования и совершенствования устройства дистанционного управления разъединителями контактной сети железнодорожного транспорта. Определена цель исследования, указана научная новизна и практическая значимость результатов, а также сформулированы основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе произведен анализ существующих систем управления разъединителями контактной сети железнодорожного транспорта и анализ существующих систем радиоуправления. Рассмотрены состояние эксплуатации существующих разъединителей, основные способы секционирования контактной сети, дистанционное управление разъединителями, универсальный моторный привод управления разъединителями, пульт управления разъединителями. Сделан анализ состояния известного дистанционного управления разъединителями.

Одной из наиболее распространенных конструкций на электрифицированных участках железных дорог является система секционированного отключения контактной сети за счет приведения в действие разъединителей. Опыт эксплуатации разъединителей показывает, что на ряде участков при довольно высокой надежности аппаратуры автоматики и телемеханики общая надежность системы оказывается недостаточной из-за неудовлетворительной работы устройств дистанционного управления разъединителями контактной сети и линий автоблокировки наиболее часто переключаемых объектов.

В настоящее время Центр электроснабжения ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари» эксплуатирует 584 разъединителей, часть которых дистанционно

управляется по кабельным магистралям, а другие управляются вручную. Главным недостатком дистанционного управления разъединителями являются разветвленные кабельные линии, которые и делают данную систему очень уязвимой.

В схеме пульта управления передача команды с пункта управления к исполнительному органу управляемого разъединителя (приводу) на переключение и получение сигнализации о положении объекта осуществляется по специально прокладываемым линиям, т.е. по кабельным или воздушным линиям. Провода воздушных линий подвешиваются как на самостоятельных опорах (деревянных или железобетонных), так и на опорах контактной сети, при соблюдении необходимых расстояний. Для защиты проводов управления от наведенных статических зарядов с обоих концов линии устанавливаются конденсаторы. В процессе эксплуатации разъединителей отмечаются повреждения кабеля при производстве ремонтно-строительных работ. Все это требует дополнительных затрат на эксплуатацию разъединителей.

7

Кроме того, контакты переключателя, применяемые для переключения полярности обмотки возбуждения электродвигателя, часто расплавляются и это приводит к ложным срабатываниям, чем и снижается надежность разъединителей. Система дистанционного управления, разработанная в шестидесятые годы, является морально устаревшей.

Установлено, что радиоуправление разъединителями является одноцелевым. Радиоуправление и контроль разъединителями контактной сети может осуществляться в диапазоне частот, выделенных для ГАЗК «Ўзбекистон темир йўллари»: 33 – 35 МГц; 151,725 – 154,000 МГц; 155,000 –

155,475 МГц, разрабатываемое устройство должно надёжно функционировать в выделенном диапазоне частот независимо от погодных и климатических условий: при температуре воздуха от -30° до $+60^{\circ}\text{C}$, при высокой относительной влажности, а также независимо от осадков в виде дождя и снега, несмотря на их продолжительность и интенсивность. Разрабатываемое устройство должно постоянно контролировать положение разъединителей с выбранным интервалом времени. Необходимо разработать алгоритм управления с одной базовой станции несколькими разъединителями, находящимися в пределах зоны управления до 3 км.

В настоящее время на железнодорожном транспорте применяют несколько систем телеуправления устройствами электрооборудования, таких как ЭСТ-62 и «Лисна». Разрабатываемое устройство должно обеспечить сопряжение с действующими системами телеуправления устройствами

электрообеспечения. С учетом поставленных требований к радиоуправлению рассмотрены: система «MOSCAD-L» компании MOTOROLA для абонентского контроля, контроллер Moscad-L MicroSAFE16; система «MOSCAD-M» компании MOTOROLA для диспетчерского контроля и сбора данных; система контроля и телеметрии «ULTRAC» фирмы ZETRON; система телеметрии «СКАТ» ООО ПКФ «КОМБИ», контроллер SkadaPack100, телеметрический контроллер «SV-DATA» компании SV-телеком; система на базе микроконтроллера MSP430F149 компании TEXAS INSTRUMENTS.

На основании проведенных исследований и анализа выявленных недостатков сформулированы следующие требования к системе управления разъединителями контактной сети железнодорожного транспорта:

- снижение затрат на создание системы дистанционного управления и контроля состояния разъединителей контактной сети;
- повышение надежности функционирования системы управления приводами разъединителей;
- повышение оперативности и эффективности управления системой электрообеспечения для тяги поездов (сокращение продолжительность «окон», связанных с отключением контактного напряжения);
- снижение затрат на содержание и ремонт системы управления приводами разъединителей;

8

– снижение вероятности повреждения системы управления приводами разъединителей при выполнении строительных и путевых работ. На основе анализа режимов работы Центра Электрообеспечения ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари» и системы дистанционного управления разъединителями выделены следующие задачи:

- разработка устройства радиоуправления разъединителями; – разработка алгоритмов управления устройствами радиоуправления разъединителями;
- исследование вопросов устойчивости связи в условиях электрифицированных железных дорог Республики Узбекистан для больших и средних населенных пунктов;
- разработка методов защиты от несанкционированного доступа к контролю и управлению разъединителями;
- оценка надежности разъединителей дистанционного управления и разъединителей с радиоуправлением электрифицированных железных дорог.

Вторая глава посвящена разработке устройства радиоуправления разъединителями контактной сети железнодорожного транспорта. С учетом требований, предъявляемых к радиоуправлению разъединителями,

разработаны устройства радиуправления разъединителями контактной сети железнодорожного транспорта, упрощенная структурная схема которого показана на рис. 1. Комплект устройства радиуправления состоит из базового устройства (БУ) – 1, абонентских устройств (АУ) – от 1 до 6 штук.

Базовое устройство (БУ) размещается в местах круглосуточного нахождения дежурного персонала, т.е. на дежурных постах контактной сети, постах ЭЦ, в помещениях ДСП (см. рис. 2). Абонентское устройство АУ1 размещается в непосредственной близости от группы разъединителей «А» и «Б», а абонентское устройство АУ2 – в близи трех разъединителей на четной горловине (разъединители «В», «Г» и «Д»).

При расположении разъединителей одной горловины в непосредственной близости в пределах 50-100 метров друг от друга, возможно управление несколькими разъединителями от одного абонентского устройства. Например, как показано на рис. 2, разъединители «А» и «Б» подсоединены к абонентскому устройству АУ1, а разъединители «В», «Г», «Д» – к АУ2.

В работе приведены схемы: базового устройства на базе микроконтроллера MSP430F149; управления радиопередатчиком; абонентского устройства на базе микроконтроллера MSP430F149.

Предлагаются алгоритмы для управления устройством радиуправления разъединителями состоящих из: работы базового устройства; включения и выключения разъединителя; опроса состояния разъединителя; просмотра статистики разъединителя; работы абонентского устройства; определения типа пакета.

В существующих схемах управления с дистанционным управлением в качестве привода разъединителя для переключения обмотки возбуждения используются контактные переключатели и для получения сигнала о положении разъединителя – контактные пускатели и реле. Эти контакты часто расплавляются и время срабатывания не отвечает требованиям системы радиуправления разъединителем.

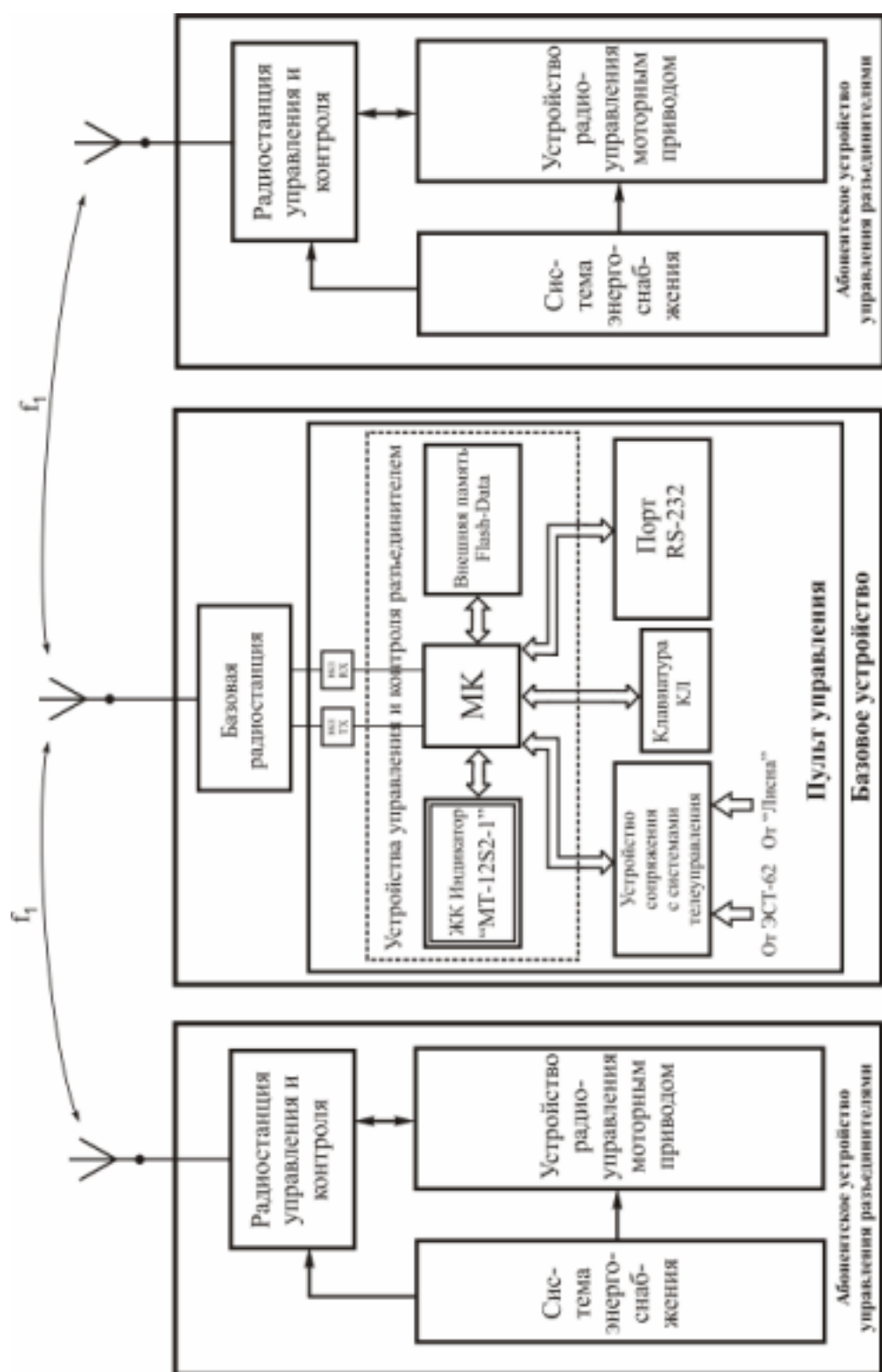


Рис. 1.

Структурная схема устройства управления

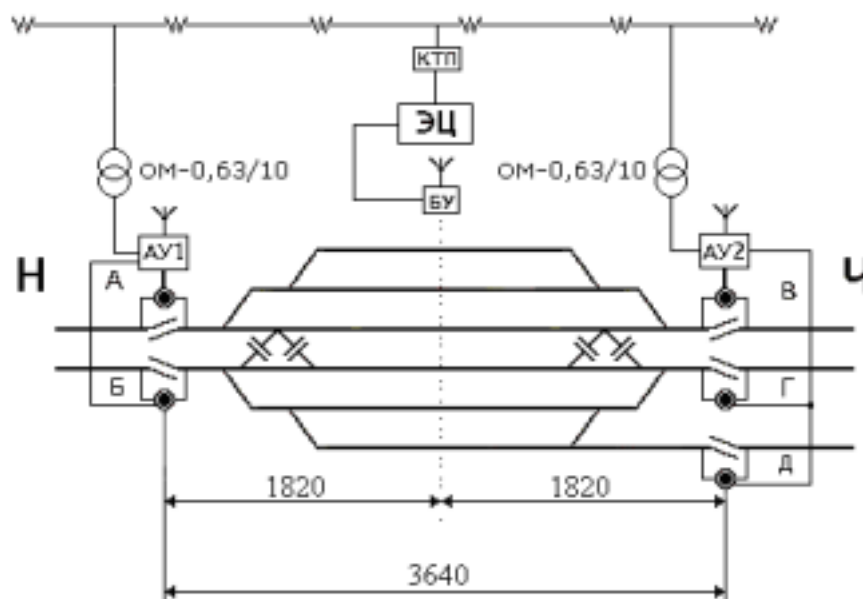


Рис. 2. Схема электроснабжения станции

С учетом выше указанного разработана схема радиуправления электроприводом разъединителя, которая показана на рис. 3.

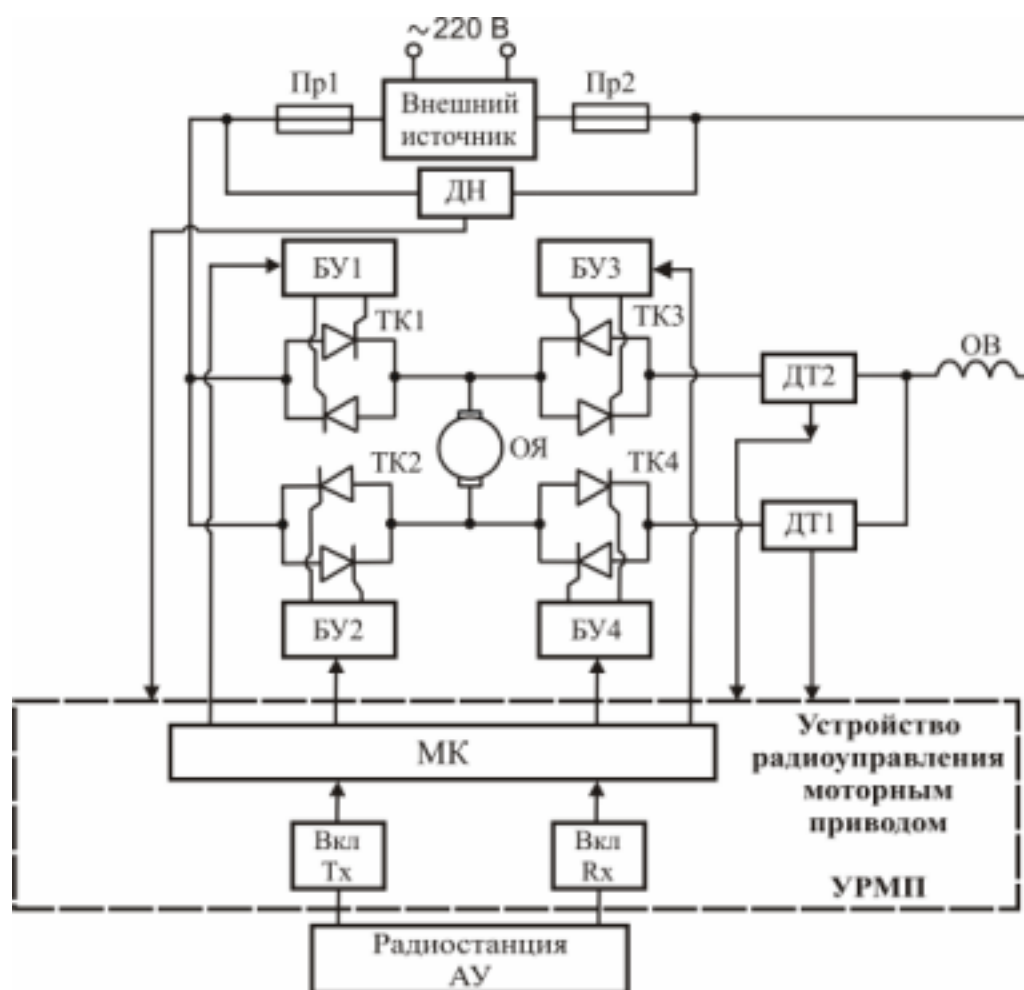


Рис. 3.

Блок-схема радиуправления электроприводом разъединителя

В схеме к внешнему источнику переменного тока подключены тиристорные коммутаторы с блоками управления БУ1÷БУ4, обмотка якоря ОЯ и возбуждения ОВ электродвигателя. При этом к выходным точкам тиристорных коммутаторов ТК1 и ТК2 и входным точкам тиристорных коммутаторов ТК3 и ТК4 подключена обмотка якоря ОЯ, а выходные точки тиристорных коммутаторов ТК3 и ТК4 через обмотки возбуждения ОВ подключены во вторую фазу внешнего источника питания. Для управления приводом разъединителя микроконтроллер МК абонентского устройства подключен к блокам управления БУ1÷БУ4 тиристорных коммутаторов ТК1÷ТК4. Для защиты электродвигателя от перегрузки и короткого замыкания в схеме предусмотрены предохранители Пр1 и Пр2 на питающем вводе.

Третья глава посвящена исследованию вопросов устойчивости связи при радиоуправлении разъединителями контактной сети и методов защиты от несанкционированного доступа к управлению разъединителями и контролю. Рассчитана устойчивость связи в диапазоне 150 МГц в условиях электрифицированных железных дорог Республики Узбекистан для крупных населенных пунктов, которая позволяет определить параметры антенно фидерного тракта радиостанций базового и абонентского устройства (тип антенны, высота ее установки, тип коаксиального кабеля). Здесь дальность связи между радиостанциями в радиосетях управления диапазона метровых волн рассчитывается на основе базовых кривых распространения радиоволн, представляющих собой графические зависимости медианного значения напряженности электромагнитного поля E от расстояния r между точкой приема и источником излучения. При расчете радиоканала управления дальность связи определяется направлением от радиостанции базового пункта управления к радиостанции абонентского устройств, т.е. канала «БУ АУ» и между абонентскими устройствами. Приведен порядок определения высоты установки антенны БУ и АУ.

Приведен расчет устойчивости действия радиосвязи в черте больших и средних городов. Затухание напряженности электромагнитного поля E диапазона УКВ при распространении вдоль железнодорожных путей имеет широкий разброс значений из-за достаточно высокой плотности застройки города. Принимая во внимание этот факт (экспериментально измеренный), расчёт производится для наихудших условий распространения, т.е. для приёма на поперечных улицах. Напряженность поля E (мкВ/м) определяется по формуле:

$$h P D \quad 0,019, (1)$$

F

E_2

$r Z$

где P – мощность, подводимая к антенне передатчика, Вт; D – коэффициент усиления антенны; h' – высота подъема передающей антенны над плоскостью

12

среднего уровня крыши зданий города, м; r – расстояние от передающей станции, км; λ – длина волны, м; Z – расстояние от исследуемой точки до среднего уровня крыши зданий, м; F – дополнительный множитель, зависящий от соотношения $F=Z/b$ (где b – половина ширины улицы, м).

При расположении антенны передатчика на крыше технологического здания ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари» на рис. 4 указан профиль передачи в северном направлении в черте Ташкентского железнодорожного узла.

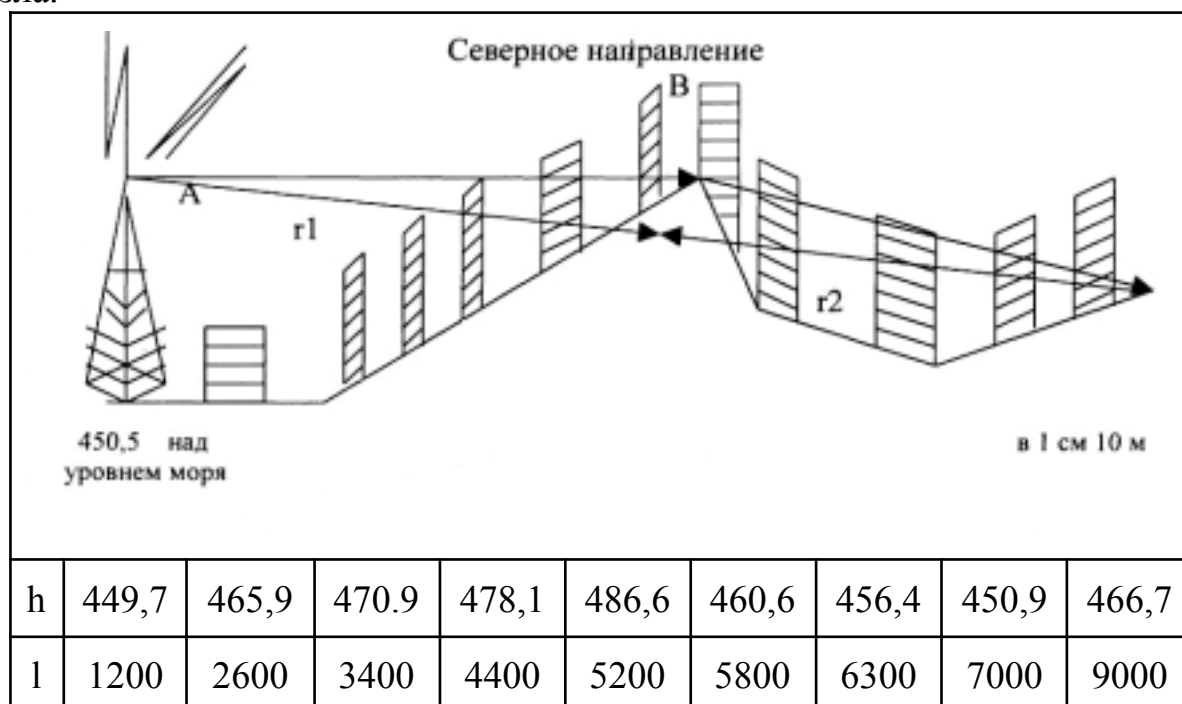


Рис. 4. Профиль передачи радиоволн в северном направлении

Показаны аналогичные профили передач в южном, восточном, западном направлении. Расчеты производились для двух протоколов построения радиосетей MOSCAD-L и MOSCAD-M.

Напряжённость поля волны после дифракции на вершине клиновидного препятствия имеет вид:

$$E_j = E_0 F e^{i \Delta \varphi}, \quad (2)$$

где E_0 – напряжённость электрического поля свободного пространства; F – коэффициент дифракции; $\Delta \varphi$ – разность фаз по отношению к прямой волне.

Потери, обусловленные дифракцией, определяются как

$$L_d = 20 \lg F, \quad (3)$$

$$S = 0,5 \left(\frac{F}{V} \right)^{0,5} \left(4 \arctg \frac{C}{V} \right)^{0,5} \cos \frac{C}{V};$$

$$C = 2 \sin \frac{V}{4} \quad C = \frac{0}{2} \quad 2 \frac{1}{1} \quad \frac{0}{2}$$

$$S X^2 \sin, \quad 2 \quad V h_p, \quad r_1 r_2$$

где C и S – интегралы Френеля; V – безразмерный параметр; r_1 и r_2 – расстояния от вершины препятствия до передающей и приёмной антенн соответственно; h_p – высота препятствия.

Анализ показывает, что наиболее холмистыми являются северное и восточное направления. В выражениях присутствуют интегралы Френеля, которые в аналитическом виде затрудняют нахождение точного решения. Воспользуемся формулой (3).

При $0 \leq V \leq 1$

$$20 \lg(0,5) \quad 0,95V \quad L_d = (4)$$

Предложены методы расчета для диапазонов 136-170 МГц и 360-450 МГц.

Железные дороги Узбекистана проходят через большие, средние и

малые города, сельскую местность, открытую местность. Для организации различных видов оперативной связи используются три диапазона частот: 2МГц, 160МГц, 400МГц. Методика расчета дальности радиосвязи на железнодорожном транспорте в этих диапазонах, используемая до настоящего времени основана на аппроксимации зависимости уровней поля, полученных Окамура в городе Токио и его пригородах. Хата М. предложил эмпирические выражения (модели Окамура-Хата) для расчета величины потерь L_p сигнала в городской, пригородной, сельской, открытой местностях с квазигладким рельефом.

Уровень поля в расчетной точке определяется разностью в δB значений напряженности поля в свободном пространстве A_0 (мощность принимаемого сигнала в свободном пространстве D_0) и величина потерь L_p .

Архитектурные застройки г. Ташкента и Токио резко отличаются. Поэтому авторами Леконцевым Д.Н., Нигматовом А.А. и Шахабудиновым А.Ш. предложены поправки в модели «Окамура-Хата», основанные на анализе результатов измерений уровней поля в г. Ташкенте и его пригородах. Модель «Окамура-Хата», предназначенная для расчета поля, как указывалось выше, над квазигладкой поверхностью земли определяется по формуле:

$$L_p = 69,55 + 26,16 \lg(f) - 13,82 \lg(h_1) - a(h_2) + [44,9 - 6,55 \lg(h_1)] \lg R, \text{ dB}, \quad (5)$$

где: f – частота несущей 2÷400 МГц; h_1 – эффективна высота антенны стационарной радиостанции 30÷200 м; h_2 – высота антенны мобильной

14

радиостанции от 1÷5 м; R – расстояние от стационарной радиостанции до мобильной, км; $a(h_2)$ – поправочный коэффициент для реального значения h , определяется по формуле:

$$a(h_2) = [1,1 \lg(f) - 0,7] h_2 - [1,56 \lg(f) - 0,8]. \quad (6)$$

В случае холмистой поверхности земли расчет с помощью формулы справедлив только на вершинах холмов. Поэтому для определения уровней поля у основания холмов предлагается в выражениях для расчета величины потерь L_p ввести поправочный коэффициент K_x , учитывающий высоту местности Δh .

$$K_x = A \Delta h, \quad (7)$$

где A – эмпирический коэффициент, полученный в результате аппроксимации экспериментальной зависимости.

Расчетные выражения для определения величины L_p с учетом приобретают следующий вид:

для среднего и малого города

$$L_p = 68,75 + 13,82 \lg(h_1) + 7,72 \lg(f) - [1,1 \lg(f) - 0,7] h_2 + K_x + [47,9 - 6,55 \lg(h_1)] lgr, \text{ dB}; \quad (8)$$

для «большого города» при частоте до <200 МГц

$$L_p = 68,35 - 13,82 \lg h_1 + 27,72 \lg f - (1,1 \lg(f) - 0,7) h_2 + K_x + (44,9 - 6,55 \lg h_1) lgr, \text{ dB}; \quad (9)$$

для «большого города» при частоте до <400 МГц

$$L_p = 74,52 - 13,82 \lg h_1 + 26,16 \lg f - 3,2 [\lg(1,75 h_2)]^2 + K_x + (44,9 - 6,55 \lg h_1) lgr, \text{ dB}; \quad (10)$$

для пригорода

$$L_p = 63,35 - 13,82 \lg h_1 + 27,72 \lg f - 2 [\lg(f/28)]^2 + K_x + (44,9 - 6,55 \lg h_1) lgr - (1,1 \lg f - 0,7) h_2, \text{ dB}; \quad (11)$$

для сельской местности

$$L_p = 32,81 - 13,82 \lg h_1 + 46,05 \lg f - 4,78 (\lg f)^2 + K_x + (44,9 - 6,55 \lg h_1) lgr - (1,1 \lg f - 0,7) h_2, \text{ dB}; \quad (12)$$

для открытой местности

$$L_p = 27,81 - 13,82 \lg h_1 + 46,05 \lg f - 4,78 (\lg f)^2 + K_x + (44,9 - 6,55 \lg h_1) lgr - (1,1 \lg f - 0,7) h_2, \text{ dB}; \quad (13)$$

для центра столичного города

$$L_p = 48,5 - 13,82 \lg h_1 + 35,4 \lg f - (1,1 \lg f - 0,7) h_2 + K_x + (44,9 - 6,55 \lg h_1) lgr, \text{ dB}; \quad (14)$$

15

для сельской местности

$$L_p = 9,56 - 13,82 \lg h_1 + 53,7 \lg f - (1,1 \lg f - 0,7) h_1 + K_x + (44,9 - 6,55 \lg h_1) lgr - 4,78 (\lg f)^2, \text{ dB}; \quad (15)$$

для открытой местности

$$L_p = 4,56 - 13,82 \lg h_1 + 53,7 \lg f - (1,1 \lg f - 0,7) h_1 + K_x + (44,9 - 6,55 \lg h_1) lgr - 4,78 (\lg f)^2, \text{ dB}; \quad (16)$$

Таким образом, выражения (9)÷(13) используются в диапазоне

$f=150...1500$ МГц, а (14)÷(16) – в диапазоне частот $1500...2000$ МГц. В формулах (9)÷(14) значения f подставляются в мегагерцах, r – в км h_1 , h_2 , Δh – в метрах. Введение коэффициента A в модели «Окамура-Хата» позволяет получить более реальное распределение уровней поля. Предложенная

методика рекомендуется использование при проектировании дальности связи радиопередачи разъединителями контактной сети.

Одно из важных требований к системам телеуправления устройствами электроснабжения – обеспечение высокой достоверности передаваемой информации. Ложные команды могут привести к значительному экономическому ущербу и даже вызвать опасность для жизни людей. Известно, что электрическая тяга создает мешающие влияния в широком диапазоне радиочастот. Уровень помех резко возрастает при появлении асимметрии в линиях электроснабжения.

Для того чтобы решить поставленную задачу предлагается следующий метод кодирования сигналов, который обеспечивает все выше перечисленные требования. Порядок помехоустойчивого кодирования и декодирования выполняется в соответствии со структурной схемой (рис. 5).



Рис. 5. Структурная схема кодирования сигналов управления разъединителями

1. Сигнал вида NRZ от микропроцессора управления поступает на вход кодера «Манчестер–II». Правило кодирования кодера «Манчестер – II» можно сформулировать так: когда встречается логическая 1, то сигнал передается без инвертирования, а когда логический 0 – с инвертированием. Код «Манчестер – II» не является относительным, поэтому на приемной стороне используется процедура определения правильной полярности сигнала, но его преимуществами является отсутствие подряд более двух нулей или единиц и отсутствие постоянной составляющей.

2. Информация в виде кода «Манчестер–II» поступает на вход кодера Баркера. Кодер расширяет спектр сигнала прямой последовательностью – Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS). При методе DSSS каждый

информационный символ представляется 11-разрядным кодом Баркера вида 11100010010. Для передачи единичного и нулевого символов сообщением используется прямая и инверсная последовательности соответственно.

3. При детектировании сигнала в приемнике полученный сигнал умножается на код Баркера, в результате он становится узкополосным, поэтому его фильтруют в узкой полосе частот, равной удвоенной скорости передачи. Любая помеха после умножения на код Баркера, наоборот, становится широкополосной, поэтому в узкую информационную полосу попадает лишь часть помехи, примерно в 11 раз меньше, действующей на

входе приёмника. В результате демодуляции обычным демодулятором выделяется передаваемое сообщение.

4. После декодера Баркера сигнал снова становится узкополосным и поступает на вход декодера «Манчестер–II».

5. Декодер «Манчестер – II» декодирует и на выходе появляются сигналы управления вида NRZ.

Четвертая глава посвящена исследованию надежности разъединителей и систем управления электрифицированных железных дорог. Известно, что любое сложное техническое устройство (система) состоит из нескольких отдельных частей или комбинации разных групп однотипных элементов. Каждая составная часть устройства или отдельные элементы системы обладают в течение заданного промежутка времени разным уровнем вероятности безотказной работы или надежности в зависимости от эксплуатационных условий. Методом предварительного анализа надежности разъединителей с дистанционным управлением (с кабельной связью) (ДУ) и радиоуправлением (РУ) выявлены элементы и узлы, потенциально снижающие надежность при выходе из строя, поскольку каждые из этих элементов и узлов имеют различный уровень надежности. На основе исследований выявлены процессы и условия, потенциально снижающие надежность разъединителей с ДУ и РУ при отклонении их текущих параметров от допустимых их значений.

При определении характеристик надежности разъединителей с ДУ и РУ и их основных комплектующих изделий требуется обработка многих эксплуатационных данных. Кроме того, количественные характеристики надежности разъединителей с ДУ и РУ, как и других технических сложных изделий, не остаются постоянными, и с течением времени изменяются в ту или другую сторону. Все это требует обработки эксплуатационных данных и проведения расчета надежности на ЭВМ, разработан алгоритм расчета надежности разъединителей с ДУ и РУ.

При исследовании надежности разъединителей на стадии проектирования или разработки расчету надежности должен предшествовать выбор элементов с точки зрения удовлетворения всех основных условий работы в составе разъединителя. В этой связи составлены структурные схемы расчета надежности разъединителей с ДУ и РУ.

На основе структурной схемы составлена вероятность безотказной работы разъединителя с ДУ $P_{РДУ}(t)$, которая имеет вид:

$$P_{РДУ}(t) = P_{ИП}(t) \cdot P_{AB}(t) \cdot P_{КПО}(t) \cdot [(1 - P_{ЛП}(t)) \cdot (1 - P_{ПП}(t))] \cdot [P_{Л}(t) \cdot x P_{К}(t) \cdot P_{Р}(t) \cdot P_{ИТ}(t) \cdot P_{О}(t) \cdot P_{И}(t)] \cdot [1 - (1 - P_{ОЯ}(t) \cdot P_{ОВ}(t) \cdot P_{КЩУ}(t) \cdot P_{ЗК}(t)) \cdot P_{УП}(t) \cdot P_{ЧП}(t) \cdot P_{ВВ}(t) \cdot [1 - (1 - P_{ЭН}(t))] \cdot P_{ПН}(t) \cdot P_{НН}(t) \cdot P_{ИЗ}(t) \cdot P_{МП}(t)], \quad (17)$$

где вероятность безотказной работы элементов: $P_{ип}(t)$ – источника питания; $P_{ав}(t)$ – автоматического выключателя; $P_{кпо}(t)$ – кнопки производства операций; $P_{пп}(t)$ – переключателя операций; $P_{лп}(t)$ – сигнальных ламп положения разъединителя; $P_{л}(t)$ – линии передачи; $P_{ит}(t)$ – изолированного трансформатора; $P_{к}(t)$ – конденсатора; $P_{р}(t)$ – резистора; $P_{о}(t)$ – опоры; $P_{и}(t)$ – изолятора; $P_{оя}(t)$ – обмотки якоря электродвигателя (ЭД), $P_{ов}(t)$ – обмотки возбуждения ЭД, $P_{кщц}(t)$ – контактно-щеточного устройства ЭД; $P_{зк}(t)$ – зубчатого кольца редуктора (Р); $P_{уп}(t)$ – узла передачи Р; $P_{чп}(t)$ – червячной передачи Р; $P_{вв}(t)$ – выходного вала Р; $P_{эн}(t)$ – электронагревателя; $P_{пн}(t)$ – подвижных ножей; $P_{нн}(t)$ – неподвижных ножей; $P_{из}(t)$ – изолятора; $P_{мп}(t)$ – механизма поворота.

Получено выражение вероятности безотказной работы разъединителя с РУ-РРУ(t), которое имеет вид:

$$P_{РРУ}(t) = P_{ус}(t) \cdot P_{кл}(t) \cdot P_{п}(t) \cdot P_{и}(t) \cdot P_{мкб}(t) \cdot P_{вп}(t) \cdot P_{бр}(t) \cdot P_{рау}(t) \cdot P_{мка}(t) \times \\ \times [1 - (1 - P_{дт}(t)) \cdot (1 - P_{бу}(t) \cdot P_{тк}(t)) \cdot (1 - P_{дн}(t))] \cdot [1 - (1 - P_{оя}(t) \cdot P_{ов}(t) \times \\ \times P_{кщц}(t) \cdot P_{зк}(t) \cdot P_{уп}(t) \cdot P_{чп}(t) \cdot P_{вв}(t)) \cdot (1 - P_{эн}(t))] \cdot P_{пн}(t) \cdot P_{нн}(t) \times \times P_{из}(t) \cdot P_{мп}(t), \quad (18)$$

где вероятность безотказной работы элементов: $P_{ус}(t)$ – устройства сопряжения с системами телеуправления; $P_{кл}(t)$ – клавиатуры; $P_{п}(t)$ – порта RS-232; $P_{и}(t)$ – ЖК-индикатора; $P_{мкб}(t)$ – микроконтроллера БУ; $P_{вп}(t)$ – внешней памяти Flash-Data; $P_{бр}(t)$ – базовой радиостанции; $P_{рау}(t)$ – радиостанции АУ; $P_{мка}(t)$ – микроконтроллера АУ; $P_{тк}(t)$ – тиристорных коммутаторов; $P_{бу}(t)$ – блоков управления тиристорных коммутаторов; $P_{дт}(t)$ – датчиков тока; $P_{дн}(t)$ – датчика напряжения.

В заключении обобщены основные результаты работы и их возможность практического применения на предприятиях.

В приложениях приведены: технические данные и описание универсального моторного привода УМП-III; общие сведения о технических данных и характеристиках системы MOSCAD «MOSCAD-L», «MOSCAD-M» и «ULTRAc»; технические характеристики тиристорного коммутатора ТК

63-400; программы для управления и контроля разъединителями контактной сети, расчета БУ–АУ радиоканала в диапазоне 150 МГц и расчета надежности разъединителей с ДУ и РУ; расчет технико-экономической эффективности применения устройства радиоуправления разъединителями контактной сети железнодорожного транспорта; акт внедрения и справки об использовании результатов диссертации в производстве и учебном процессе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертационной работы:

1. Впервые предложено новое устройство системы радиуправления разъединителями контактной сети электрифицированных железных дорог Республики Узбекистан и система контроля состояния их с помощью управляющей электронной вычислительной машины и бесконтактная схема управления электроприводом.

2. Разработано базовое и абонентское устройство радиуправления разъединителями контактной сети, которое выполнено на базе микроконтроллера MSP430F149.

3. Установлено, что разработанное устройство системы радиуправления и контроля разъединителями контактной сети осуществляет управление в диапазоне частот, выделенных для ГАЗК «Ўзбекистон темир йўллари»: 33–35 МГц; 151,125–154,000 МГц, 155,000–155,475 МГц, 457,400–458,400 МГц и может управлять с одной базовой станции не менее шестью разъединителями, находящимися в пределах зоны управления до трех км.

4. Разработанное устройство надежно функционирует в выделенном диапазоне частот независимо от климатических условий: при температуре воздуха от -30^0+60^0C , при высокой относительной влажности, а также независимо от осадков в виде дождя и снега, несмотря на их продолжительность и интенсивность.

5. Разработанное устройство обеспечивает сопряжение с действующей системой телеуправления устройствами электроснабжения «Лисна», «ЭТС-62».

6. Исследованы вопросы устойчивости радиосвязи в диапазоне 150 МГц в условиях электрифицированных железных дорог Республики Узбекистан для крупных населенных пунктов, которая позволяет определить параметры антенно-фидерного тракта радиостанций базового устройства и абонентского устройства (тип антенны, высота ее установки, тип коаксиального кабеля).

7. Разработаны алгоритмы управления устройства системы радиуправления и контроля состояния разъединителями с помощью управляющей электронной вычислительной машины, состоящие из: алгоритма работы базового устройства; алгоритма включения и выключения разъединителя; алгоритма опроса состояния разъединителя; алгоритма работы абонентского устройства.

8. Для управления разъединителями и контроля контактной сети разработана специальная программа на языке C#, с помощью которой можно отображать план станции с расположенными на ней разъединителями. Программа позволяет переключать, контролировать и распознавать

неполадки всех разъединителей станции.

19

9. Разработан метод защиты от несанкционированного доступа к управлению и контролю разъединителями, где использованы коды Манчестер-II и Баркера, которые обеспечивают возможность передавать сигнал практически на уровне помех и при этом гарантирует высокую степень достоверности принимаемой информации.

10. Разработан алгоритм расчета надежности разъединителей с ДУ и РУ, позволяющий определить количественные характеристики их надежности при эксплуатации.

11. Разработанное устройство радиуправления разъединителями контактной сети внедрено на ЭЧ-10 Кунград, экономический эффект от внедрения его составляет 4,7 млн. сум (на одном объекте) устройство способствовало снижению затрат на содержание и ремонт, повышение надежности схемы управления приводами, снижение расходов на возмещение утраченных в результате повреждений элементов системы управления, снижение вероятности повреждения системы управления приводами разъединителей при выполнении строительных и путевых работ.

12. Результаты диссертационной работы используются в учебном процессе Ташкентского государственного технического университета и Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта по направлениям образования бакалавров 5521300-«Электротехника, электромеханика и электротехнология» и 5520200-«Электроэнергетика».

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Халиков А.А., Кривопишин В.А., Халиков С.С. Разработка средства для защиты устройства управления от несанкционированного доступа // Тез.докл. Респ. науч. конф. с участием зарубежных ученых «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте». I-том - Ташкент, 2005. – С. 384-388.

2. Акилхонова М.М., Халиков С.С., Аъзамхужаев Н.З. Применение интернет и интранет технологий в создании информационных систем. // Тез.докл. Респ. науч. конф. с участием зарубежных ученых «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте». II-том - Ташкент, 2005., – С. 598-604.

3. Халиков А.А., Кривопишин В.А., Халиков С.С. Радиоуправление разъединителями контактной сети железнодорожного транспорта // Вестник ТашИИТ, - Ташкент, 2005.- №2. – С.20-22.

4. Халиков А.А., Кривопишин В.А., Халиков С.С. Вопросы

надежности разъединителей с дистанционным управлением электрифицированных железных дорог// Вестник ТашИИТ, - Ташкент, 2008 - №1. – С. 56-61.

5. Халиков А.А., Кривопишин В.А., Халиков С.С. Оценка эксплуатационного состояния разъединителей с дистанционным

20

управлением электрифицированных железных дорог // Вестник ТУИТ, - Ташкент, 2008 - №2. – С. 62-64.

6. Халиков С.С. Надежность разъединителей с радиоуправлением электрифицированных железных дорог // Вестник ТУИТ, - Ташкент, 2008. №4. – С.76-79.

7. Халиков С.С. Алгоритм расчета надежности разъединителей с дистанционным и радиоуправлением контактной сети железнодорожного транспорта // Вестник ТГТУ. – Ташкент, 2009. – №3-4. – С. 101-105.

8. Патент РУз. № IAP 04093, 2010г. Устройство для управления разъединителем/ Халиков А.А., Халиков С.С.// Бюллетень. – 2010. –№1.

Соискатель

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор
Халиков Содикжон Салихджановичнинг 05.13.05 – “Ҳисоблаш техникаси ва
бошқарув тизимларининг элементлари ва қурилмалари” ихтисослиги бўйича
“Темир йўл транспортининг контактли тармоқ улаб-узгичларидаги бошқарув
tizim қурилмаларини такомиллаштириш” мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕ СИ

Таянч (энг муҳим) сўзлар: бошқариш тизимлари, контактли тармоқ,
улаб-узгич, радиобошқарув, алоқа тизимининг бардошлилиги, контактсиз
бошқарув схемаси, ишончлилиқ.

Тадқиқот объектлари: Ўзбекистон Республикасининг темир йўл
транспорти контактли тармоқлардаги улаб-узгични масофадан бошқариш.

Ишнинг мақсади: темир йўл транспортининг контактли тармоқ улаб узгичларидаги бошқарув тизим қурилмаларини такомиллаштириш, уларнинг техник – иқтисодий ва фойдаланишдаги тавсифларини яхшилаш мақсадида, Ўзбекистон Республикаси электрлаштирилган темир йўлларида электрон ҳисоблаш бошқарув машинаси орқали радиобошқариш (ЭХБМ) тизим қурилмасини яратиш.

Тадқиқот усули: ахборот назарияси, радиобошқарув, техник тизимлар пухталиги назарияси, ахборотни ҳимоялаш усуллари.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: илк бор, электрлаштирилган темир йўл контактли тармоқ улаб-узгичларини радиобошқарув тизимида рақамли қурилма, ЭХБМ ёрдамида улаб-узгичлар ҳолатини назорат қилиш, улаб-узгичлар электр юритгичини контактсиз бошқарув схемалари таклиф этилган.

Амалий аҳамияти: яратилган улаб-узгичларни радиобошқарув тизим қурилмаси ва уларнинг ҳолатини ЭХБМ ёрдамида назорат қилиш схемаси, шунингдек тиристор коммутаторлар негизидаги улаб-узгичларни бошқарув электр юритгичи схемаси, мавжуд улаб-узгичларни масофадан бошқарув схемасидаги камчиликларни бартараф этади.

Татбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: тадқиқотнинг назарий ва амалий натижалари «Ўзбекистон темир йўллари» ДАТК сининг бажарилган буюртмаси бўйича, темир йўл транспорти контактли тармоқлар улаб-узгичларини бошқарув тизим қурилмасини яратилган кўриниши, темир йўл транспорти контактли тармоқлар улаб-узгичлари бошқарув тизим қурилмаларини контактсиз тиристор коммутаторлар негизида такомиллаштириш орқали, қутилган иқтисодий самара 4,7 млн. сўмни (битта объект учун) ташкил этиб, амалий қўлланилиши жиҳатидан темир йўл узелининг ЭЧ-10 Қунғирот бўлимида қўлланилган.

Қўлланиш (фойдаланиш) соҳаси: Ўзбекистон Республикасининг электрлаштирилган темир йўллари учун ЭХБМ негизидаги радиобошқарув тизим қурумаси, тармоқларда профилактик ишларни ўтказиш ва фалокат ҳолатларини бартараф этишда фойдаланиш жараёнлари учун мўлжалланган.

диссертации Халикова Содикжана Салихджановича на тему:
«Совершенствование устройств систем управления разъединителями
контактной сети железнодорожного транспорта» на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.13.05.– «Элементы и
устройства вычислительной техники и систем управления».

Ключевые слова: системы управления, контактная сеть, разъединитель, радиоуправление, устойчивость систем связи, бесконтактная схема управления,

надежность.

Объекты исследования: дистанционное управление разъединителями контактной сети железнодорожного транспорта Республики Узбекистан. **Цель работы:** совершенствование устройств систем управления разъединителями контактной сети железнодорожного транспорта с целью улучшения технико-экономических и эксплуатационных характеристик разъединителей путем разработки устройства системы радиоуправления на базе управляющей электронной вычислительной машины (УЭВМ) для электрифицированных железных дорог Республики Узбекистан. **Методы исследования:** теория информации, радиоуправление, теория надежности технических систем, методы защиты информации от несанкционированных действий.

Полученные результаты и их новизна: впервые предложены, цифровое устройство системы радиоуправления разъединителями контактной сети электрифицированных железных дорог, схема контроля состояния разъединителей с помощью УЭВМ, бесконтактная схема управления электроприводом разъединителей.

Практическая значимость: разработанное устройство системы радиоуправления разъединителями и схема контроля их состояния с помощью УЭВМ, а также схема управления электроприводом разъединителя на базе бесконтактных тиристорных коммутаторов, исключает недостатки существующих схем дистанционного управления разъединителями.

Степень внедрения и экономическая эффективность: теоретические и практические результаты исследований в виде разработки устройств систем управления разъединителями контактной сети железнодорожного транспорта выполненной по заказу ГАЖК «Ўзбекистон темир йўллари», нашли практическую применение на железнодорожном узле Кунград ЭЧ-10, с ожидаемым экономическим эффектом 4,7 млн. сум (на одном объекте), за счет совершенствования устройств систем управления разъединителями контактной сети железнодорожного транспорта.

Область применения: предложенное устройство системы радиоуправления на базе УЭВМ для электрифицированных железных дорог Республики Узбекистан предназначены для проведения профилактических работ и ликвидации аварийных ситуаций в процессе эксплуатации.

Thesis of Khalikov Sodikjon on the scientific degree competition of the doctor of philosophy in technical on specialty 05.13.05 – «Elements and devices of computer facilities and control systems», subject: «Perfection arrangements of management systems by isolating switches of a contact network of a railway transport»

Key words: management systems, a contact network, the isolating switch, a

radio-guidance, stability of communication systems, the contactless control diagram, dependability.

Subjects of the inquiry: distant control by isolating switches of a contact network of a railway transport of Republic Uzbekistan.

Purpose of work: perfection arrangements of management systems by isolating switches of a contact network of a railway transport with the purpose martempering the technician - economic and service characteristics of isolating switches by design of the arrangement system of a radio-guidance on baseline of operating electronic computing machine (OECM) for the electrified railways of Republic Uzbekistan.

Methods of research: information theory, radio-guidance, reliability theory of engineering systems, methods of protection of the information from the non authorized acts.

The received results and their novelty: for the first time are offered, the digital device system of a radio-guidance disconnectors contact network of the electrified railways, a checking circuit of their condition with the help of the OECM, the noncontact control diagram the electrical actuation.

Practical value: the developed arrangement of system of a radio-guidance isolating switches and the circuit of the control their state with the help of the OECM, and also the control diagram the electric drive of the isolating switch on the baseline of contactless thyristor commutators expelling a limitation of existing circuit distant control by isolating switches.

Degree of embed and economic effectivity: theoretical and practical results of researches as design arrangements of management systems by isolating switches of a contact network of a railway transport custom-made State joint-stock Railway company «Uzbek railways», have found practical application on rail junction Kungrad Energetic the Part-10, with expected economic benefit 4,7 million sum (on one installation), due to perfection of arrangements of management systems by isolating switches of a contact network of a railway transport.

Field of application: the offered arrangement system of a radio-guidance on baseline of the OECM for the electrified railways of Republic Uzbekistan intended for conducting preventive works and liquidation of emergencies while in service.