

**МИНИСТЕРСТВО ВНУТРЕННИХ ДЕЛ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ДЕПАРТАМЕНТ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ И КАДРОВ**

**ПОРЯДОК ЭКСПЛУАТАЦИИ
СРЕДСТВ СВЯЗИ**

Учебное пособие

Допущено Министерством внутренних дел
Российской Федерации в качестве учебного пособия
для курсантов и слушателей образовательных организаций
системы МВД России, сотрудников органов внутренних дел
Российской Федерации

**Москва
2016**

Рецензенты:

А.В. Александров (Департамент информационных технологий, связи и защиты информации МВД России);

С.Н. Бобров, кандидат юридических наук, доцент;

Н.А. Кузьмин, кандидат юридических наук, доцент
(Московский университет
МВД России имени В.Я. Кикотя);

А.И. Примакин, доктор технических наук, профессор;

А.А. Кежов, кандидат педагогических наук;

Ю.А. Грачев, кандидат педагогических наук
(Санкт-Петербургский университет МВД России);

А.Б. Сизоненко, кандидат технических наук, доцент
(Краснодарский университет МВД России)

Авторский коллектив:

О.И. Бокова, доктор технических наук, профессор;

Н.С. Хохлов, доктор технических наук, профессор;

О.В. Пьянков, кандидат технических наук, доцент;

А.Н. Глушков, кандидат технических наук.

Порядок эксплуатации средств связи: учебное пособие /
О. И. Бокова, Н. С. Хохлов, О. В. Пьянков, А. Н. Глушков. —
М.: ДГСК МВД России, 2016. — 128 с.

Рассматриваются принципы организации и проведения технической эксплуатации средств связи инфокоммуникационных систем органов внутренних дел. Пособие предназначено для лиц рядового и младшего начальствующего состава, впервые принятых на службу в органы внутренних дел, курсантов и слушателей образовательных организаций МВД России, практических сотрудников подразделений информационных технологий, связи и защиты информации органов внутренних дел.

© ДГСК МВД России, 2016

© Воронежский институт МВД России, 2016

© ООО ИПК «Медиа-Принт», макет, оформление,
2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. Организация технической эксплуатации средств связи	6
1.1. Основные понятия и определения	6
1.2. Мероприятия технической эксплуатации	7
1.3. Характеристика объекта эксплуатации	9
1.4. Техническое обеспечение связи	11
1.5. Основные эксплуатационные характеристики защищённых систем связи	13
1.6. Ввод в эксплуатацию аппаратуры связи.	17
1.7. Планирование и учёт технической эксплуатации	18
Глава 2. Содержание и методы технического обслуживания	20
2.1. Задачи технического обслуживания	20
2.2. Методы технического обслуживания	21
2.3. Трудозатраты на техническое обслуживание	24
2.4. Виды технического обслуживания	25
2.5. Планирование технического обслуживания	26
2.6. Основные показатели технического обслуживания	30
Глава 3. Техническая диагностика и организация ремонтных работ средств связи	32
3.1. Виды мероприятий, проводимых техническим персоналом	32
3.2. Задачи системы оперативного управления эксплуатацией	32
3.3. Технические средства системы оперативно-технического управления	34
3.4. Структурная схема автоматизированной системы контроля и управления системой связи	36
3.5. Контроль состояния объектов технической эксплуатации	39
3.6. Требования к объектам и устройствам контроля	52
3.7. Виды и методы контроля	53
3.8. Метрологический и технологический подходы	56
3.9. Организация ремонтных работ защищённых систем связи	66
Глава 4. Контроль качества услуг в сетях связи	72
4.1. Контроль качества услуг телефонной сети	72
4.2. Контроль качества услуг сетей передачи данных	78
4.3. Контроль качества услуг в сетях с коммутацией каналов	79
4.4. Контроль качества услуг в сетях с коммутацией пакетов	80

Глава 5. Порядок приемки и ввода в эксплуатацию	83
5.1. Общие положения	83
5.2. Паспортизация систем связи	86
Глава 6. Комплектация оборудования систем связи запасными элементами и узлами	90
6.1. Общие положения	90
6.2. Показатели достаточности ЗИП	92
Глава 7. Эксплуатация технических средств связи и аппаратуры ГЛОНАСС	94
7.1. Общие сведения	94
7.2. Предприятия и подразделения, осуществляющие эксплуатацию спутниковых линий передачи	97
7.3. Взаимодействие технических служб при организации эксплуатации спутниковых каналов связи	99
7.4. Организация технической эксплуатации спутниковых каналов связи	100
7.5. Оперативно-техническое обслуживание спутниковых линий . .	104
7.6. Техническое обслуживание оборудования земных станций . . .	105
7.7. Контроль организации технической эксплуатации земных станций	106
7.8. Эксплуатация аппаратуры ГЛОНАСС. Терминалы мобильные	108
7.9. Эксплуатация подвижного узла связи	112
7.10. Эксплуатация КВ-радиостанции «Кордон Р-23»	119
Заключение	125
Список используемой литературы	126

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с Федеральным законом от 07.07.2003 №126-ФЗ «О связи» под средствами связи понимаются технические и программные средства, используемые для формирования, приема, обработки, хранения, передачи, доставки сообщений электросвязи или почтовых отправлений, а также иные технические и программные средства, используемые при оказании услуг связи или обеспечении функционирования сетей связи, включая технические системы и устройства с измерительными функциями.

В органах внутренних дел средства связи применяются на всех важнейших участках оперативно-служебной деятельности. В настоящее время МВД России использует широкий спектр автоматизированных информационных систем, систем и средств связи, радио- и радиотехнического контроля различных производителей. В связи с этим необходимо рассмотреть вопросы, связанные с организацией технической эксплуатации, содержанием и методами технического обслуживания, технической диагностикой и организацией ремонтных работ средств связи, контролем качества услуг в сетях связи, порядком приемки и ввода в эксплуатацию.

Применение средств связи в различных условиях служебной деятельности сотрудниками полиции предъявляет повышенные требования к их надежности, что требует рассмотрения порядка комплектования систем связи запасными элементами и узлами.

В связи с развитием в МВД России спутниковых каналов связи, широкого применения средств навигации отдельно требует освещения вопрос эксплуатации технических средств спутниковых систем связи и аппаратуры ГЛОНАСС. Отдельно рассмотрены правила осуществления радиообмена сотрудников при управлении силами и средствами органов внутренних дел.

Пособие предназначено для лиц рядового и младшего начальствующего состава, впервые принятых на службу в органы внутренних дел, курсантов и слушателей образовательных организаций МВД России, практических сотрудников подразделений информационных технологий, связи и защиты информации органов внутренних дел.

Глава 1. Организация технической эксплуатации средств связи

1.1. Основные понятия и определения

Усложнение аппаратуры, организация интегрированных сетей обуславливают необходимость повышения надёжности функционирования, обеспечения качества каналов и трактов, заложенных при проектировании, строительстве и монтаже защищённых систем связи. Эти обстоятельства определяют потребность в изучении методов технической эксплуатации и усовершенствовании её теории и техники. Рассмотрим основные термины, понятия и определения, связанные с вопросами эксплуатации защищённых систем связи.

Прежде всего следует отметить, что будут рассматриваться вопросы эксплуатации защищённых систем связи, использующих направляющие среды. К направляющим средам относятся проводные линии связи и волоконно-оптические линии связи.

Слово *эксплуатация* означает использование или извлечение выгоды из чего-либо (в самом широком смысле означает систематическое использование человеком производительных сил для каких-либо практических целей, удовлетворения определённых человеческих потребностей). Термин *эксплуатация* означает стадии жизненного цикла какого-либо изделия, например аппаратуры, системы, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество. *Эксплуатация аппаратуры или системы* включает в себя в общем случае использование её по назначению, транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт. Процесс эксплуатации осуществляется человеком путём прямого или косвенного воздействия на *объект эксплуатации*. В нашем случае объектом эксплуатации являются *системы связи ОВД (СС)*. Составные части этих систем, например линии передачи, приёмопередающая аппаратура, называются *элементами*. Люди, производящие эксплуатационные операции, *называются техническим персоналом*.

Процесс эксплуатации, его закономерности, характеристики, методы организации являются предметом изучения области науки — *теории эксплуатации*. К эксплуатации относится стадия жизненного цикла техники связи с момента принятия её органом внутренних дел от завода-изготовителя до списания и являющаяся совокупно-

стью ввода в эксплуатацию, приведения и поддержания в установленной степени готовности при использовании по назначению, хранении и транспортировании.

Термин *техническая эксплуатация* означает часть эксплуатации, включающую транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт изделия.

Транспортирование — перемещение изделия в заданном состоянии с применением, при необходимости, транспортных и грузоподъемных средств, начинающееся с погрузки и кончающееся разгрузкой на месте назначения.

Хранение — содержание не используемого по назначению изделия в заданном состоянии в отведённом для его размещения месте с обеспечением сохранности в течение заданного срока. Обычно хранению подлежат резервные (запасные) элементы — отдельные функциональные блоки аппаратуры, измерительные приборы и др.

Техническое обслуживание — это комплекс операций или операция по поддержанию работоспособности или исправности изделия при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании. Для осуществления процессов эксплуатации требуются соответствующие средства, называемые *средствами эксплуатации*. Под ними подразумеваются сооружения, технические устройства, в том числе инструменты, запасные блоки и узлы аппаратуры, эксплуатационные материалы, необходимые для эксплуатации защищённых систем связи.

Ремонт — комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности изделий и восстановлению ресурсов изделий или их составных частей.

1.2. Мероприятия технической эксплуатации

К мероприятиям технической эксплуатации относятся: *ввод в эксплуатацию; техническое обслуживание и ремонт; планирование и учёт технической эксплуатации; хранение; контроль технического состояния; сбор и обобщение данных о надёжности; рекламационная работа и гарантийный надзор; списание.*

Как процесс *эксплуатация* характеризуется следующими временными понятиями:

- *начало эксплуатации* — момент ввода системы (аппаратуры) в эксплуатацию;

- *снятие с эксплуатации* — событие, фиксирующее невозможность или нецелесообразность дальнейшего использования по назначению и ремонта системы (аппаратуры) и документально оформленное в установленном порядке;
- *конец эксплуатации* — момент снятия с эксплуатации.

Различают *опытную, подконтрольную и штатную эксплуатацию* средств и систем связи.

Опытная эксплуатация — эксплуатация заданного числа изделий новой техники связи по специальной программе с целью совершенствования системы эксплуатации по результатам учёта реальных условий эксплуатации, контроля в этих условиях технических характеристик аппаратуры и методов их применения, а также приобретение опыта освоения эксплуатации. Опытная эксплуатация направлена на улучшение конструкции технических, эксплуатационных и ремонтных характеристик изделий, внесение изменений в эксплуатационную документацию, сокращение сроков освоения новой техники. При необходимости в опытную эксплуатацию допускается включать опытное хранение и опытное транспортирование.

Подконтрольная эксплуатация — штатная эксплуатация заданного числа изделий серийно выпускаемой техники связи, сопровождающаяся дополнительным контролем и учётом технического состояния изделий в целях получения более достоверной информации об изменении качества изделий в условиях эксплуатации.

Штатная эксплуатация техники связи — эксплуатация изделий массового производства в соответствии с требованиями действующей эксплуатационной документации.

Опытная и подконтрольная эксплуатации организуются для оценки надёжности техники связи и разработки мероприятий по её поддержанию. В процессе проведения данных эксплуатаций производится сбор и анализ данных об отказах и неисправностях. Опытная и подконтрольная эксплуатации проводятся в естественных условиях по программам, согласованным с Департаментом информационных технологий, связи и защиты информации МВД России с участием специально подготовленного личного состава органов внутренних дел, а также представителей научных организаций и предприятий-изготовителей средств связи. Материально-техническое обеспечение для проведения опытной либо подконтрольной эксплуатации и ответственные за её проведение лица определяются

приказом по органу внутренних дел, в котором проводится опытная или подконтрольная эксплуатация.

Обобщённые данные в целом о неисправностях средств связи в процессе штатной эксплуатации, недостатках ЗИП и эксплуатационной документации с их анализом и предложениями по устранению направляются в Управление связи ДИТСиЗИ МВД России один раз в год одновременно с годовым отчётом.

Результаты опытной и подконтрольной эксплуатаций обобщаются и анализируются ДИТСиЗИ МВД России, научно-исследовательскими учреждениями МВД России. На их основе совместно с научными организациями разрабатываются мероприятия предприятиям-изготовителям по обеспечению надёжности средств связи, а также подготавливаются практические рекомендации органам внутренних дел по улучшению эксплуатации техники связи. Схемно-конструктивные и производственно-технологические недостатки средств связи, выделенные в процессе эксплуатации, устраняются проведением доработки серийных образцов предприятиями-изготовителями.

Изменения конструкции или технического решения в серийно выпускаемой технике связи допускаются только по согласованию с ДИТСиЗИ МВД России. Все схемные или монтажные изменения в технике связи должны быть занесены в эксплуатационную документацию.

1.3. Характеристика объекта эксплуатации

Защищённые системы связи относятся к категории сложных систем. Их главной особенностью как объекта эксплуатации является территориальная рассредоточенность элементов. Эта особенность определяется как архитектурой построения систем связи, так и использованием направляющих сред. Всё это обуславливает определённые требования к техническому обслуживанию аппаратуры. Важные ключевые слова теории эксплуатации — *контроль и измерение*.

Контроль — это процесс установления соответствия между состоянием объекта контроля и заранее заданной нормой. Контроль может производиться путём восприятия параметров объекта или сопоставлением текущего значения контролируемых параметров с их нормируемыми значениями.

Контроль технического состояния рассматривается как процесс получения и анализа соответствующей информации и принятия решения о пригодности защищённой системы связи (или её элементов) к дальнейшей эксплуатации или о необходимости её технического обслуживания, ремонта. Контроль рассматривается как один из методов повышения надёжности системы связи.

После определения контролируемых параметров и сопоставления их текущего значения с нормируемыми значениями формируется и выдаётся суждение о состоянии контролируемого объекта: находятся ли его параметры в пределах заданных значений, исправен или нет объект. Под *объектом контроля* понимают технические средства (каналы, аппаратуру, устройства, отдельные элементы), информацию о техническом состоянии которых необходимо иметь в процессе эксплуатации. Для оценки технического состояния определяются их качественные и количественные характеристики, которые называются *контролируемыми параметрами*. Для осуществления контроля используются специальные технические средства измерения и контроля.

Измерение — это нахождение значения физической величины опытным путём с помощью специальных технических средств, например измерительных приборов — осциллографов, псофометров и др.

Средствами измерения называют технические устройства (или системы), обеспечивающие восприятие контролируемого параметра, сопоставления его значения с установленными допусками, формирование и выдачу суждения о результате контроля.

Последовательность операций процесса контроля называется алгоритмом контроля. Объекты контроля обычно характеризуются *алгоритмом функционирования и контролепригодностью*.

Под *алгоритмом функционирования* понимается последовательность операций, реализуемых техническим средством для выполнения заданных функций.

Контролепригодностью называется свойство объекта контроля, характеризующее его приспособленность к проведению контроля. Контролепригодность объекта определяется также и качеством средств контроля.

В качестве примера рассмотрим элемент объекта эксплуатации — линию передачи защищённой системы телефонной связи ОВД, представленную на рис. 1.1.

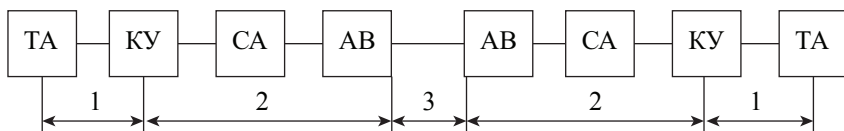


Рис. 1.1. Линия передачи:

ТА – телефонный аппарат, КУ – коммутационное устройство, СА – специальная аппаратура, АВ – аппаратура вызова, 1 – абонентская линия, 2 – станционный тракт, 3 – линия передачи

Пусть в качестве линии передачи используется симметричный кабель, который характеризуется электрическими параметрами: первичными и вторичными. К первичным параметрам относят активное сопротивление цепи R (Ом/км), индуктивность L (Гн/км), ёмкость C (Ф/км) и проводимость изоляции G (См/км). К вторичным параметрам относят волновое сопротивление ZB и коэффициент затухания α (дБ/км). Параметры кабельных линий связи изменяются с колебаниями температуры, износом материала, нарушением согласования со станционным оборудованием, другими причинами. Для обеспечения требуемых эксплуатационных характеристик необходимо контролировать основные параметры линии передачи и, в первую очередь, коэффициент затухания α . Контроль параметров осуществляется средствами контроля станционного оборудования.

Таким образом, *характеристика объекта контроля* включает в себя возможность представить СС в виде элементов, определения набора контролируемых параметров каждого элемента и системы в целом, контролепригодности, наличия технических средств и (или) программного обеспечения измерения и контроля основных электрических параметров, регулирования физических процессов, быстрого восстановления работоспособности объекта.

1.4. Техническое обеспечение связи

Готовность аппаратуры и в целом систем связи к использованию по назначению, эффективность применения в процессе управления подразделениями и службами органов внутренних дел достигаются правильной организацией *технического обеспечения связи*.

Техническое обеспечение связи — комплекс мероприятий по укомплектованию органов внутренних дел средствами связи, поддержанию её в заданной степени готовности к применению, эффек-

тивному использованию по назначению, быстрому восстановлению работоспособности или неисправности.

Составными частями технического обеспечения связи являются:

- снабжение органов внутренних дел средствами связи;
- техническая эксплуатация средств связи;
- техническая проверка и изъятие повреждённых и неисправных средств связи.

Выполнение мероприятий технического обеспечения связи достигается:

- наличием достоверных данных об укомплектовании подразделений ОВД техникой и её техническом состоянии;
- соблюдением правил выдачи, приёма и учёта техники связи;
- своевременным и качественным планированием технической эксплуатации техники связи;
- своевременным и качественным проведением технического обслуживания и ремонта техники связи;
- своевременным и полным обеспечением эксплуатации техники связи ремонтными комплектами, запасными частями, расходными материалами и созданием их нормативных запасов;
- качественным метрологическим обеспечением техники связи;
- чёткой работой органов материально-технического обеспечения;
- высоким уровнем организации и проведения занятий с личным составом ОВД по специальной подготовке;
- твёрдым знанием и выполнением личным составом ОВД требований нормативных документов по организации технического обеспечения связи, а также эксплуатационно-технической документации;
- чётким планированием работы по ремонту средств связи и специальной техники, узла оперативной связи ОВД, специалистов связи в территориальных органах внутренних дел по выполнению всех мероприятий технической эксплуатации;
- систематическим контролем технического состояния техники связи и организации её технического обслуживания, ремонта и хранения;
- изучением и обобщением опыта эксплуатации, внедрением передовых методов повышения эффективности использова-

ния по назначению, технического обслуживания и ремонта техники связи;

- чётким непрерывным и гибким управлением силами и средствами технического обеспечения.

Аппаратура связи должна содержаться укомплектованной согласно технической документации и в постоянной готовности к использованию по назначению.

1.5. Основные эксплуатационные характеристики защищённых систем связи

К эксплуатационным характеристикам системы связи относятся: надёжность, эксплуатационная технологичность, экономичность эксплуатации.

Показатели надёжности. В теории надёжности важным понятием является объект. В нашем случае объектом является защищённая система связи. Система — это объект, представляющий собой совокупность элементов. Понятия «система» и «элемент» являются относительными: объект, считающийся системой в одном исследовании, может рассматриваться как элемент, если изучается объект большего масштаба.

Надёжностью системы связи называется свойство обеспечивать при заданных условиях эксплуатации связь (передачу информации) между абонентами с сохранением во времени параметров системы, установленных нормативно-технической документацией.

Все системы, рассматриваемые в теории надёжности, делятся на *восстанавливаемые*, в которых после возникновения отказа происходит замена отказавшего элемента, и *невосстанавливаемые*, в которых замена отказавшего элемента не производится. Аппаратура и оборудование СС относятся к восстанавливаемым системам.

Надёжность системы связи и её элементов является комплексным свойством и в зависимости от условий эксплуатации и назначения характеризуется *безотказностью, сохраняемостью, ремонтно-пригодностью и долговечностью*.

Безотказность — это свойство системы связи и её элементов непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или некоторого времени.

Сохраняемость — свойство сохранять исправное и работоспособное состояние в течение (и после) хранения и (или) транспортирования.

Долговечность — свойство аппаратуры и оборудования системы связи сохранять работоспособность до наступления предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонта, установленными нормативно-технической документацией (НТД).

Работоспособность — такое состояние системы связи, при котором выполняются заданные функции по передаче сообщений с сохранением значений основных параметров системы, установленных НТД.

Система связи и её элементы могут находиться в исправном и неисправном состоянии. *Исправность* — это такое состояние системы связи или её элементов, при котором они соответствуют всем требованиям, установленным НТД. *Неисправность* — состояние системы связи или её элементов, при котором они не соответствуют хотя бы одному из требований НТД. Неисправность не означает невозможность выполнения объектом заданных функций.

В процессе эксплуатации системы связи аппаратура может переходить из исправного состояния в неисправное. Причинами таких переходов могут быть *повреждения или отказы* оборудования и элементов системы связи.

Повреждение — это событие, заключающееся в нарушении исправности оборудования системы связи при сохранении его работоспособности.

Отказ — событие, заключающееся в нарушении работоспособности аппаратуры системы связи. Отличительный признак или совокупность признаков, согласно которым устанавливается факт возникновения отказа, называется *критерием отказа*. Критерии отказов устанавливаются НТД на конкретный элемент системы связи или параметр системы. Например, под отказом канала (тракта) в системе связи с частотным разделением каналов (ЧРК) понимается событие, при котором отклонения нормируемых электрических параметров превышают установленные пределы: перерыв (снижение уровня сигнала более 18дБ), продолжительность которого превышает 300 мс.

Природа отказов разнообразна и порой не связана с повреждениями технических устройств. Пример этому — использование в системе связи радиоканала и необходимость решения вопросов электромагнитной совместимости аппаратуры связи.

Моменты отказов аппаратуры системы связи формируют поток отказов, характеризуемый параметром потока отказов $\lambda(t)$. Потоки отказов, как правило, удовлетворяют следующим условиям:

- ординарности, т.е. вероятность появления двух и более отказов в один и тот же момент весьма мала;
- стационарности, т.е. вероятность появления k отказов не зависит от времени, а является функцией длительности интервала наблюдения Δt и числа отказов k ;
- отсутствия последействия, т.е. для двух интервалов наблюдения Δt_1 и Δt_2 число отказов в одном из них не зависит от числа отказов, появившихся в другом.

Можно считать, что $\lambda(t) = 1/T_0$, где T_0 — наработка на отказ для установившегося процесса эксплуатации системы связи.

Статистическая оценка наработки на отказ системы связи или её элементов определяется следующим образом:

$$T_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{pi},$$

где n — число отказов за соответствующий период наблюдения и t_{pi} — наработка на i -й отказ.

Коэффициент готовности характеризует относительное время нахождения системы связи в исправном состоянии в установившемся процессе эксплуатации. Величина K_Γ может быть повышена как за счёт увеличения наработки на отказ, так и за счёт сокращения среднего времени восстановления. Статистическая оценка коэффициента готовности в процессе эксплуатации определяется по формуле:

$$K_\Gamma = \frac{\sum_{i=1}^n t_{oi}}{\sum_{i=1}^n t_{oi} + \sum_{i=1}^n t_{Bi}},$$

где t_{oi} — время исправной работы между $(i-1)$ и i отказами; t_{Bi} — интервал времени восстановления; n — число отказов за рассматриваемый период эксплуатации.

Для количественной характеристики приспособленности системы связи к техническому обслуживанию и ремонту может быть применён комплексный показатель — *коэффициент технического использования*, определяемый как отношение средней наработки системы за некоторый период эксплуатации к сумме средних значений наработки, времени простоя, обусловленного техническим

обслуживанием, и времени ремонтов в тот же период эксплуатации. Используя статистические данные эксплуатации, данный коэффициент можно определить по формуле:

$$K_{\text{т.и.}} = T_{\text{н.}} / (T_{\text{н.}} + T_{\text{т.о.}} + T_{\text{р.}}),$$

где $T_{\text{н.}}$ — среднее значение наработки системы; $T_{\text{т.о.}}$ — среднее время технического обслуживания; $T_{\text{р.}}$ — среднее время ремонта (восстановления).

Долговечность — одна из важнейших эксплуатационно-технических характеристик СС. Различают моральную и техническую долговечность. *Моральная долговечность* — свойство системы или её элементов удовлетворять возрастающим требованиям к их эффективности. *Техническая долговечность* определяется временем, когда значительно увеличивается интенсивность отказов системы из-за старения её элементов или влияния внешних факторов. Показатели долговечности базируются на понятиях «технический ресурс» (или просто ресурс) и «срок службы». *Техническим ресурсом* называется наработка системы (элемента) от начала её эксплуатации до достижения предельного состояния или капитального (среднего) ремонта либо от начала эксплуатации после ремонта до следующего ремонта или достижения предельного состояния. *Предельным* называется такое состояние системы, при котором имеет место неустранимый выход её параметров за допускаемые пределы и возникает необходимость в проведении капитального ремонта.

Сроком службы называется календарная продолжительность эксплуатации объекта от её начала или возобновления после капитального либо среднего ремонта до наступления предельного состояния.

Эксплуатационная технологичность определяет трудозатраты на проведение ремонта, технического обслуживания и ряда других эксплуатационных мероприятий.

Экономичность эксплуатации характеризует свойство, связанное с затратами при эксплуатации СС. К показателям экономичности эксплуатации относятся: *стоимость эксплуатации* (средняя, максимальная); *стоимость отдельных мероприятий* (работ), например технического обслуживания и ремонта. При этом в случае необходимости определяются максимальная, средняя и удельная стоимости. Так, максимальная стоимость технического обслуживания за определённый период эксплуатации вычисляется по формуле:

$$C_{\max} = \sum_{i=1}^n c_i,$$

где c_i — стоимость проведения i -го технического обслуживания; n — число технических обслуживаний за рассматриваемый период эксплуатации.

Знание эксплуатационных характеристик системы связи и их показателей имеет важное значение, так как позволяет контролировать качество и эффективность технической эксплуатации.

1.6. Ввод в эксплуатацию аппаратуры связи

Ввод аппаратуры системы связи в эксплуатацию — событие, фиксирующее её готовность к использованию по назначению и документально оформленное в установленном порядке. Вводу аппаратуры в эксплуатацию предшествуют подготовительные работы: контроль параметров и комплектации в соответствии с техническим описанием (паспортом, формуляром), приёмка и закрепление за органом внутренних дел (подразделением) или должностным лицом.

Приёмка аппаратуры и закрепление её за должностным лицом производится следующим образом:

1. Начальник подразделения связи территориального органа внутренних дел после получения извещения от довольствующего органа составляет *план её распределения*, который утверждается начальником территориального органа внутренних дел.

2. При поступлении техники связи производится её *комиссионное освидетельствование*, по результатам которого комиссия составляет акт приёмки и представляет его на утверждение начальнику органа внутренних дел.

3. После утверждения акта приёмки аппаратура *закрепляется за ответственными лицами* и вводится в эксплуатацию. Ответственное лицо, за которым закреплено техническое средство, заполняет учётную карточку на введённую в эксплуатацию аппаратуру. Неисправная и некомплектная техника связи выдаче в органы внутренних дел не подлежит.

4. Монтаж техники связи производится силами специализированных ремонтных организаций в соответствии с планом размещения и установки с соблюдением требований эксплуатационно-технической документации.

5. После окончания монтажа, апробации, испытаний и регулировки аппаратуры начальником органа внутренних дел назначается комиссия по приёме техники связи.

6. Принятая комиссией после монтажа техника связи приказом начальника территориального ОВД закрепляется за ответственными лицами из числа начальствующего состава.

7. Аппаратура системы связи считается введенной в эксплуатацию с момента подписания *приказа о её закреплении*.

Освидетельствование аппаратуры связи для установления категории и определения возможности её использования по назначению производится:

- при поступлении техники связи в орган внутренних дел;
- при составлении рекламационных актов;
- после нахождения техники связи на длительном хранении;
- при аварийных повреждениях;
- при передаче техники связи в другой орган внутренних дел.

Категорией техники связи называется условная учётная характеристика, устанавливаемая в зависимости от её фактического технического состояния. Для проведения освидетельствования аппаратуры начальником ОВД назначается комиссия. В состав комиссии включаются представители заинтересованных служб ОВД (представители подразделения связи включаются в обязательном порядке). Комиссия проверяет комплектность, техническое состояние, устанавливает время фактического нахождения в эксплуатации, количество проведённых плановых ремонтов, составляет акт (приёмки, рекламационный) и определяет категорию техники связи.

Освидетельствование техники связи проводится, как правило, в период проведения очередного технического обслуживания, а техники, находящейся на длительном хранении, — при плановой переконсервации.

1.7. Планирование и учёт технической эксплуатации

Планирование технической эксплуатации является основой организационно-технических мероприятий по поддержанию техники связи в постоянной готовности к применению. Планирование технической эксплуатации в МВД, ГУ (У) МВД осуществляет подразделение связи, исходя из оперативной обстановки, задач ОВД на планируемый период и с учётом технического состояния тех-

ники связи, наличия резерва, а также экономической целесообразности.

Основными документами по технической эксплуатации техники связи являются:

1. План эксплуатации техники связи.
2. Плановые показатели степени готовности техники связи (КИД — коэффициент исправного действия) для каждого ОВД.

Данные документы разрабатываются подразделением связи и утверждаются вышестоящим руководством (начальником МВД, ГУ (У) МВД).

Исходными данными для составления плана эксплуатации являются:

1. Состояние техники связи.
2. План эксплуатации предыдущего года.
3. Оперативная обстановка в органе внутренних дел.
4. Фондовое извещение на выделение техники связи.

Высокая степень готовности аппаратуры СС к применению также обеспечивается своевременным поступлением информации о наличии неисправной техники связи в ОВД с последующим выездом ремонтной бригады. Порядок сбора и обобщения информации о наличии неисправной техники связи в подразделении, её представления в специализированную ремонтную организацию, а также экономическую зависимость от сроков восстановления техники связи и поддержания КИД на заданном уровне определяет начальник подразделения связи.

Планируемые подразделением связи мероприятия по эксплуатации техники связи должны предусматривать выделение ассигнований, служебных помещений, рабочих мест и материалов.

Основным документом по учёту технической эксплуатации является *паспорт на изделие связи*. Ответственность за правильное ведение, а также за сохранность паспорта возлагается в подразделениях ОВД — на инженера связи или младшего специалиста связи, а при их отсутствии — на лиц из числа начальствующего состава, ответственных за сбережение техники связи.

В процессе эксплуатации техники связи в паспорте должны отражаться:

1. Сведения о движении при эксплуатации.
2. Сведения о закреплении.
3. Учёт технического обслуживания и ремонтов.

4. Сведения о замене составных частей.
5. Сведения о предъявлении рекламаций.
6. Сведения о хранении.
7. Сведения о причинах списания.

Задача технической эксплуатации может быть успешно решена только при её организации на научной основе с учётом установленных правил. Теоретическую основу для решения данной задачи даёт теория эксплуатации технических систем, которая как наука охватывает следующие вопросы:

1. Обоснованное определение объёма и содержания мероприятий, проводимых на различных стадиях технической эксплуатации.
2. Разработка более прогрессивных принципов и методов организации технической эксплуатации.
3. Определение эксплуатационных характеристик и их показателей, позволяющих количественно оценить качество технической эксплуатации объекта.
4. Исследование проблем материально-технического обеспечения объектов эксплуатации.
5. Разработка методов и средств автоматизации процессов технической эксплуатации.

Глава 2. Содержание и методы технического обслуживания

2.1. Задачи технического обслуживания

Техническое обслуживание (ТО) связи есть комплекс организационных и технических мероприятий для заданных условий эксплуатации, направленных на достижение высокой степени готовности техники связи при использовании по назначению, хранении и транспортировании, на обеспечение соответствия технических характеристик установленным нормативной документацией.

Комплекс взаимосвязанных положений и норм, определяющих организацию и порядок проведения работ по техническому обслуживанию и организации ремонта техники связи, составляет *систему технического обслуживания*.

Системой ТО предусматривается проведение *вспомогательных операций, контрольно-проверочных, регулировочно-настроечных, профилактических и ремонтных работ*.

Виды работ, предусмотренных системой технического обслуживания.

Вспомогательные операции предназначены для подготовки техники связи, инструмента, контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) и рабочего места к проведению основных мероприятий. К ним относятся: включение и прогрев техники связи, её развёртывание, подключение и проверка КИА, приведение техники связи в исходное состояние после проведения контрольных, профилактических или ремонтных мероприятий.

Контрольно-проверочные работы заключаются в измерении и контроле технических параметров техники связи и режимов работы для определения соответствия требованиям технической документации, а также в определении необходимости её настройки, регулировки или ремонта. Контроль состояния техники связи должен быть качественным и обеспечен инструментально.

Регулировочные и настроечные работы состоят из операций, при которых параметры узла (блока, прибора, системы или комплекса) доводят до значений, установленных в техническом описании. Регулировочные работы, проводимые без изменения элементов схемы и конструкции, называют настройкой техники связи.

Профилактические работы обеспечивают повышение безотказности работы техники связи в течение заданного промежутка времени за счёт своевременного предупреждения отказов.

Система ТО должна обеспечивать поддержание готовности техники связи к применению, качество организации и проведения работ, нормативные временные и экономические затраты, а также срок службы техники связи.

2.2. Методы технического обслуживания

Техническое обслуживание (ТО) проводится циклически. *Цикл ТО* — это повторяющийся период эксплуатации, в течение которого обеспечивается безотказность работы средств связи.

Различают следующие виды ТО:

1. Ежедневное техническое обслуживание (ТО №1).
2. Квартальное техническое обслуживание (ТО №2).
3. Полугодовое или сезонное техническое обслуживание (ТО №3).

При эксплуатации техники связи в неблагоприятных погодных условиях и/или после выполнения задач в экстремальных ситуациях предусматривается проведение внеплановых профилактических работ.

Высокая эффективность ТО достигается:

1. Своевременной и качественной разработкой документов по планированию ТО и доведением их до исполнителей.
2. Внедрением передовых экономических форм управления эксплуатационно-ремонтным персоналом.
3. Постановкой конкретных задач перед узлом оперативной связи, специалистами связи ОВД по выполнению ТО.
4. Своевременным и полным материальным обеспечением работ.
5. Твёрдым знанием методики проведения работ по ТО и их качественным выполнением.
6. Анализом причин отказов и неисправностей техники связи и принятием мер, исключающих их повторение.
7. Постоянным руководством и систематическим контролем за подготовкой и качеством выполнения ТО.

Профилактическое обслуживание.

Конкретно профилактическое обслуживание представляет собой совокупность предупредительных осмотров отдельных узлов аппаратуры, участков линий передач, контроля выходных параметров и их регулировки, замены отдельных, не отвечающих требованиям элементов исправными и т.д.

Профилактический метод ТО осуществляется на основе учёта: объективных данных о работе системы связи — показателей безотказности и ремонтпригодности, её специфических особенностей (структуры построения, содержания информации, получаемых с индикаторов отказов) и условий эксплуатации. Одной из главных задач профилактического обслуживания является анализ причин, приводящих к появлению отказов. Знание закономерностей возникновения отказов (неисправностей) позволяет проводить научно обоснованное обслуживание и предупреждать отказы. Так, с точки зрения проявления возможности предвидения и устранения, отказы можно разделить на *постепенные*, характеризующиеся постепенным изменением значений одного или нескольких параметров системы, и *внезапные*, которые возникают случайно, и поэтому невозможно проследить за изменением значений отдельных параметров.

Постепенные отказы можно прогнозировать путём наблюдения изменения во времени хотя бы одного из параметров системы.

Внезапные отказы также можно предотвратить в случае наличия накопленных данных, позволяющих установить закономерности их возникновения.

Таким образом, при профилактическом обслуживании имеется возможность предотвратить постепенные и внезапные отказы, если известны прогнозирующие параметры, изменение которых подчиняется определённому закону, или в случае неизвестности прогнозирующего параметра на основе статистических данных установлен закон распределения времени отказов системы или её элементов.

Имеется несколько вариантов определения эффективности профилактического обслуживания ЭП.О. Одним из них является вычисление отношения вероятностей безотказной работы СС после профилактики и до неё:

$$\Theta_{\text{п.о.}} = \frac{(p(t_{\text{п.о.}} + \tau_{\text{п.о.}}))}{(p(t_{\text{п.о.}}))} \text{ или } \Theta_{\text{п.о.}} = \frac{\prod_{i=1}^m p_i(t_{\text{п.о.}} + \tau_{\text{п.о.}})}{\prod_{i=1}^m p_i(t_{\text{п.о.}})},$$

где $t_{\text{п.о.}}$ — время, через которое проводится профилактическое обслуживание (периодичность профилактики); $\tau_{\text{п.о.}}$ — продолжительность профилактического обслуживания; m — число элементов СС.

Все работы или операции профилактического обслуживания носят планово-предупредительный характер, так как они проводятся с целью обеспечения максимального значения коэффициента готовности СС.

В зависимости от особенностей эксплуатации и степени жёсткости требований к надёжности и качественным показателям СС определяется тот или иной принцип её профилактического обслуживания. В настоящее время практическое применение нашли следующие принципы организации профилактического обслуживания:

- *календарный*, при котором работы проводятся через определённое число дней, недель, месяцев и т.д.;
- *наработки*, при котором работы проводятся после достижения аппаратурой или СС в целом предписанной наработки в часах независимо от периода времени, в течение которого произойдёт эта наработка;
- *комбинированный*, при котором часть работ производится через определённые календарные промежутки времени, а другая часть — в соответствии с наработкой объекта эксплуатации.

Основными показателями профилактического обслуживания являются: периодичность выполнения $t_{\text{п.}}$, суммарная продолжительность его операций $t_{\text{пр.о.}}$; трудоёмкость $Q_{\text{пр.о.}}$ — объём затрачиваемого труда на определённое число операций обслуживания; стоимость $C_{\text{пр.о.}}$ обслуживания (профилактики).

С точки зрения обеспечения высокого уровня надёжности СС желательно профилактическое обслуживание проводить как можно реже — через большие промежутки времени, т.е. значение t_{Π} должно быть велико, а значение суммарной продолжительности обслуживания — по возможности мало. При этом желательно, чтобы величины $Q_{\text{пр.о.}}$ и $C_{\text{пр.о.}}$, характеризующие трудоёмкость и стоимость обслуживания, также были бы по возможности меньшими. В таком случае коэффициент использования системы связи будет близок к единице. Однако при больших t_{Π} значения показателей надёжности системы связи могут выйти за допустимые пределы, а при малой продолжительности $t_{\text{пр.о.}}$ может ухудшиться качество обслуживания за счёт увеличения вероятности необнаружения имеющихся дефектов.

Требование повышения коэффициента использования системы связи и одновременно поддержания заданного уровня её надёжности находятся в противоречии.

Более прогрессивным с экономических позиций и с точки зрения повышения производительности труда является *контрольно-корректировочный* метод ТО. Внедрение этого метода требует применения автоматических и автоматизированных контрольно-измерительных средств, которые позволили бы отразить состояние системы связи и дать техническому персоналу информацию в реальном масштабе времени.

2.3. Трудозатраты на техническое обслуживание

Единичные трудозатраты на техническую проверку по имеющимся статистическим данным в зависимости от сложности аппаратуры и ее ремонтпригодности (приспособленности к контролю) лежат в пределах $W_{\text{ТП}}=8-27$ чел-час, но для некоторых типов техники выходят за пределы.

При расчете загрузки следует исходить из того, что вся аппаратура проходит проверку дважды в течение года. При этом для каждого типа аппаратуры:

$$W_{\text{ТП}} = 2W_{\text{ТП1}}.$$

Здесь $W_{\text{ТП1}}$ — единичные трудозатраты, устанавливаемые на основе статистических данных и с учетом участия в работе по проведению технических проверок личного состава подразделений.

Годовые трудозатраты на технические проверки определяются суммой:

$$W_{\text{ТП}} = \sum_{i=1}^m W_{\text{ТП } i} \cdot N_i,$$

где m — число типов аппаратуры, технические проверки которых должны проводиться; $W_{\text{ТП } i}$ — средние годовые трудозатраты на технические проверки одного образца аппаратуры i -го типа; N_i — число образцов аппаратуры i -го типа.

Имея расчетные данные о трудозатратах на выполнение каждого вида работ, легко определить общий объем ремонтных работ (без учета выполнения вспомогательных работ):

$$W = W_{\text{ТП}} + W_{\text{ТР}} + W_{\text{СР}}.$$

Расчет объема ремонтных работ производится для определения их штатного состава, числа мастеров той или иной специализации, с целью получения исходных данных для планирования и организации ремонтных работ. Поэтому целесообразно производить расчеты раздельно по группам техники в соответствии с предполагаемой специализацией мастеров и рабочих мест.

2.4. Виды технического обслуживания

ТО №1 проводится на технике связи, работающей непрерывно или с небольшими перерывами (не более одних суток).

Основными задачами ТО №1 являются:

- определение исправности (работоспособности) техники связи в заданном режиме;
- выявление внешним осмотром неисправностей, которые могут послужить причиной отказа, и их устранение.

ТО №1 проводится личным составом, использующим технику связи по назначению, или лицом, за которым она закреплена.

ТО №2 проводится на всей технике, находящейся в ОВД, независимо от интенсивности её эксплуатации не реже одного раза в квартал.

Основными задачами ТО №2 являются:

- проведение тщательного осмотра и чистки основных блоков, узлов, контактов переключателей, разъёмов и т.д.;
- проверка исправности и работоспособности техники связи и основных блоков;

- проведение настройки и регулировки техники связи в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

ТО №3 проводится на всей технике связи, находящейся в ОВД, независимо от интенсивности её эксплуатации. Время ТО №3, как правило, совмещается с переводом техники связи на летнюю (зимнюю) эксплуатацию.

Основными задачами ТО №3 являются:

- инструментальная проверка параметров техники связи, её блоков и основных узлов, их настройка и регулировка;
- подготовка техники связи к эксплуатации в летних (зимних) условиях.

2.5. Планирование технического обслуживания

В основу ТО должны быть положены плановые мероприятия, позволяющие в полной мере объединить усилия специалистов связи ОВД и специализированных ремонтных организаций на достижение заданной подразделениям связи степени готовности техники связи.

Планирование технического обслуживания в объёме ТО №2 и ТО №3 производится по всей номенклатуре техники связи с указанием сроков выполнения работ и ответственных исполнителей. План-график проведения ТО №2 и ТО №3 утверждается начальником подразделения связи и доводится до каждого органа внутренних дел. План-график проведения ТО №2 и ТО №3 должен быть взаимосвязан с планом эксплуатации. В плане-графике отражаются: наименование средства связи, вид ТО, а также другие виды работ и ремонта в соответствии с планом эксплуатации.

При проведении ТО на месте установки заполняется наряд, который по окончании работ подписывается начальником ОВД.

Основным документом по учёту технической эксплуатации является паспорт на изделие связи.

Составление планов, расчёта объёма работ и организация технического обслуживания может осуществляться и методами сетевого планирования, которые позволяют: более наглядно представить взаимосвязь между выполняемыми операциями; чётко установить объём и последовательность выполнения каждой операции; определить наиболее напряжённые периоды работ; принять решение о перераспределении сил и средств для выполнения работ в предписанные сроки; осуществлять оперативный контроль

за ходом выполнения плана и в случае необходимости принять соответствующие меры.

Основу сетевого планирования составляет сетевая модель — графическое представление плана ТО, которая называется *сетевым графиком*. Математической основой составления, исследования и анализа сетевых графиков являются методы теории графов и исследования операций. На рис. 2.1 приведён пример простейшего сетевого графика.

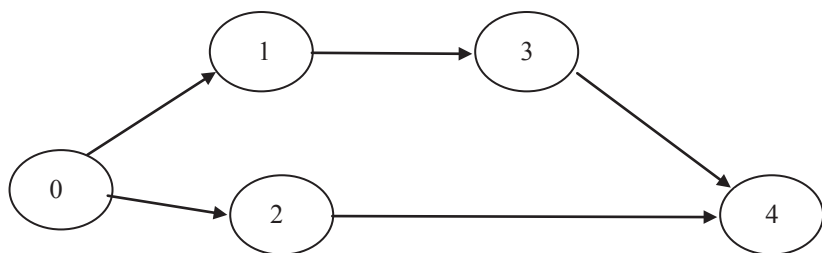


Рис. 2.1. Пример сетевого графика

Сплошные линии со стрелками (рёбра графа) означают работу — трудовой процесс, требующий затраты времени и материальных средств. Каждая работа определяется конкретным названием, например измерение фона радиоканала радиосети ОВД. Рёбра графа могут означать и пассивный процесс, при котором не требуются затраты труда и материальных средств. Это может быть, например, период ожидания очередности ремонта. Кружками обозначены события. *Событие* — это результат выполнения одной или нескольких предшествующих работ. Работа обычно кодируется номерами событий, между которыми она заключена. Событие, из которого выходит линия, называется *начальным*, а событие, в которое входит линия, — *конечным* для данного вида работ. Последовательность работ, в которой конец предшествующей работы совпадает с началом последующей, называется *путём*. Длина пути определяется суммой длин рёбер графа его составляющих. Путь наибольшей продолжительности называется *критическим*. Он определяет время выполнения всех работ сетевого графика.

Сетевое планирование состоит из трёх этапов.

1. Разработка сетевого графика.

Вначале определяется цель ТО и устанавливается перечень работ. Затем производится разделение перечня на виды (или группы)

работ и формулируется содержание работ и событий. При этом одновременно выясняется порядок выполнения работ, определяются работы, которые могут выполняться параллельно с данной работой. После этого составляется сетевой график. Этот график проверяется и при необходимости корректируется.

2. Расчёт параметров сетевого графика.

Суть расчётов сводится к определению продолжительности каждой работы и параметров сети. Продолжительность работы определяется обычно по нормативным документам, которые устанавливаются исходя из числа исполнителей, их квалификации и норм выработки. Однако в ряде случаев она может быть случайной величиной. Тогда, зная закон распределения времени, определяют параметры его распределения — среднее значение и дисперсию.

Среднее время выполнения каждой работы можно установить по статистическим данным, накопленным по предыдущим обслуживаниям:

$$\bar{t}_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_{pi},$$

где t_{pi} — продолжительность i -й работы; n — число опытов.

После окончательного составления сетевого графика определяют следующие параметры:

- ранние и поздние сроки наступления каждого из событий;
- время раннего и позднего сроков начала и окончания работ;
- критические пути сетевого графика $d_{кр} = d(O)$, где O — конечное событие комплекса работ;
- резерв времени для события, т.е. время, на которое могут быть увеличены продолжительности всех работ без нарушения сроков наступления конечного события. Резервы времени используются для оптимизации плана хода работ;
- коэффициент напряжённости работы — отношение длин несовпадающих отрезков максимального и критического путей, заключённых между одними и теми же событиями, принадлежащими обоим путям.

3. Практическое осуществление планирования комплекса работ.

На этом этапе более удобной формой представления комплекса работ является линейный график, который строится следующим образом.

На рис. 2.2 работы представляются в виде лент, площади которых пропорциональны объёму трудозатрат, ширина ленты пропорциональна уровню напряжённости работы. На рис. 2.3 показаны просуммированные значения ширины лент. Полученный ступенчатый график, называемый *диаграммой напряжённости работ*, характеризует распределение напряжённости работ по техническому обслуживанию. Диаграмма показывает связь объёма работ с текущим временем. Если на ней имеются отдельные выбросы, то это свидетельствует о нерациональном планировании работ. Если он равномерен, то этап планирования заканчивается.

Работы

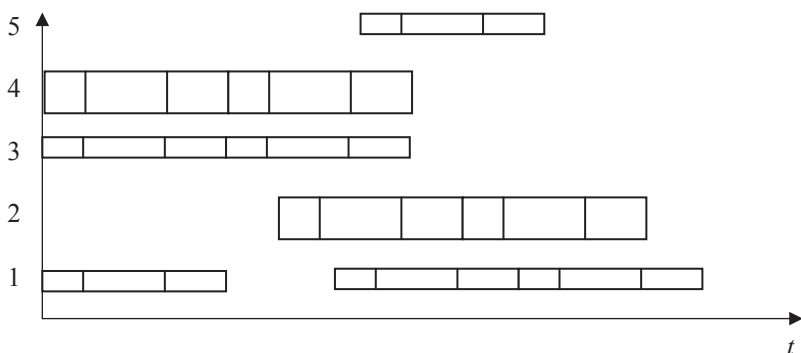


Рис. 2.2. График работ

Уровень
напряжённости

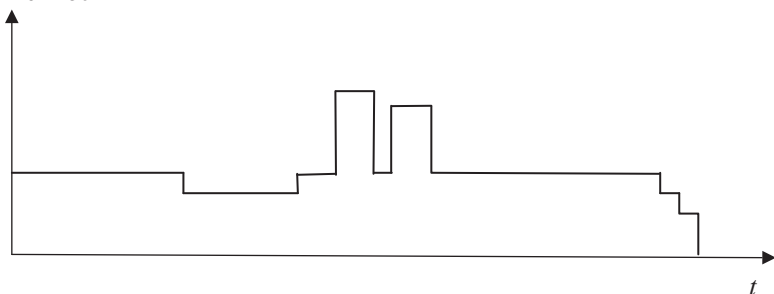


Рис. 2.3. Диаграмма напряженности работ

Имея сетевые и линейные графики на каждый вид технического обслуживания СС, можно наиболее эффективно использовать технический персонал и материальные средства.

2.6. Основные показатели технического обслуживания

Показатели ТО позволяют оценить затраты времени, труда и средств на обслуживание. Показатели ТО дают количественную оценку эффективности проделанных работ по тому или иному виду обслуживания. Оценка технического обслуживания СС может осуществляться показателями, характеризующими *продолжительность, трудоёмкость и стоимость*. К основным из них относятся следующие:

Средняя продолжительность технического обслуживания — математическое ожидание продолжительности обслуживания данного вида за определённые период эксплуатации или наработку:

$$\bar{t}_{\text{т.о.}} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{t}_{fli}, \quad (2.1)$$

где $\bar{t}_{fli}$ — среднее время, затрачиваемое f -м исполнителем на выполнение l -й операции ТО данного вида при i -м наблюдении, k — число операций в данном ТО.

$$\bar{t}_{fl} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m t_{flj}, \quad (2.2)$$

где t_{flj} — время, затрачиваемое f -м исполнителем на выполнение l -й операции ТО данного вида при j -м наблюдении; m — число наблюдений за определённый период эксплуатации.

Единицей измерения средней продолжительности технического обслуживания является час или минута.

Средняя суммарная продолжительность технического обслуживания — математическое ожидание суммарной продолжительности обслуживания за заданный период эксплуатации или наработки СС.

$$\bar{t}_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{\varepsilon_{\text{т.о.}}} \bar{t}_{\text{т.о.}} n_i,$$

где $\varepsilon_{\text{т.о.}}$ — перечень и число видов технического обслуживания; n_i — число технических обслуживаний i -го вида за заданный период эксплуатации или наработку; $\bar{t}_{\text{т.о.}}$ — средняя продолжительность ТО i -го вида, рассчитываемая по формуле (2.1).

Средняя трудоёмкость технического обслуживания — математическое ожидание трудоёмкости одного обслуживания данного вида. Трудоёмкость измеряется в человеко-часах (чел.-ч).

$$\bar{Q}_{\text{Т.О.}i} = \sum_{f=1}^{m_i} \sum_{l=1}^{k_i} \bar{t}_{fl}, \quad (2.3)$$

где k_i — перечень и число операций в ТО данного вида; $\bar{t}_{fl}$ — среднее время, затрачиваемое f -м исполнителем на выполнение l -й операции ТО данного вида и вычисляемое по формуле (2.2); m_i — число исполнителей ТО данного вида.

Средняя суммарная трудоёмкость технического обслуживания — математическое ожидание суммарных трудозатрат на проведение ТО за определённый период эксплуатации или наработки СС.

$$\bar{Q}_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{\varepsilon'} \bar{Q}_{\text{Т.О.}i} \cdot n_i,$$

где ε' — число видов ТО; n_i — число ТО i -го вида за заданную наработку времени t ; $\bar{Q}_{\text{Т.О.}i}$ — средняя трудоёмкость ТО i -го вида, определяемая по формуле (2.3).

Средняя стоимость технического обслуживания данного вида — математическое ожидание стоимости одного обслуживания данного вида за определённые период эксплуатации или наработку:

$$\bar{C}_{\text{Т.О.}i} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k c_{\text{Т.О.}i},$$

где $c_{\text{Т.О.}i}$ — стоимость проведения i -го обслуживания.

$$C_{\text{Т.О.}i} = C_{\text{Т.З.}i} + C_{\text{З.Э.}i} + C_{\text{М.Р.}}$$

где $C_{\text{Т.З.}i}$ — стоимость трудозатрат на проведение ТО данного вида; $C_{\text{З.Э.}i}$ — стоимость запасных элементов, используемых при ТО данного вида; $C_{\text{М.Р.}}$ — стоимость материалов, используемых при ТО данного вида.

Средняя суммарная стоимость технического обслуживания — математическое ожидание суммарной стоимости обслуживания за определённые период эксплуатации или наработки СС:

$$\bar{C}_{\Sigma} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{\varepsilon'} \bar{C}_{\text{Т.О.}i} \cdot n_i.$$

При профилактическом методе обслуживания используется ещё один показатель — *коэффициент эффективности профилактики*:

$$K_{\text{э.п.}} = m_{\text{п}} / (m_{\text{п}} + mH),$$

где $m_{\text{п}}$ — число предотвращённых неисправностей (отказов) во время профилактического обслуживания за определённый период эксплуатации, m — число непредотвращённых неисправностей (отказов) за тот же период эксплуатации.

Глава 3. Техническая диагностика и организация ремонтных работ средств связи

3.1. Виды мероприятий, проводимых техническим персоналом

Перед техническим персоналом ставится сложная и ответственная задача — обеспечить в течение всего срока службы системы связи бесперебойную и качественную её работу. Для выполнения этой задачи техническому персоналу необходимо постоянно совершенствовать свои знания (изучать вверенный ему объект эксплуатации, знать принцип построения и работу аппаратуры и приборов, их технические характеристики); знать методы и средства контроля и выполнения измерений электрических характеристик системы связи; способствовать внедрению новой техники и передовых методов организации труда.

Опыт эксплуатации проводных систем связи показывает, что в период их работы в аппаратуре и в линиях передачи могут возникать неисправности (отказы), значения параметров элементов и узлов аппаратуры, линии передачи, трактов и каналов могут выходить за пределы допустимых норм. Основные виды работ технической эксплуатации показаны на рис. 3.1.

3.2. Задачи системы оперативного управления эксплуатацией

В настоящее время одной из важнейших задач организации технической эксплуатации системы связи является построение системы оперативного управления (СОУ). Основными задачами СОУ являются обеспечение качественной работы СС; контроль за работой системы связи, повышение эксплуатационной надёжности. Эти за-



Рис. 3.1. Основные виды работ технической эксплуатации

дачи определяют функциональные обязанности СОУ, основными из которых являются следующие:

1. Организация сбора информации об изменениях технического состояния аппаратуры системы связи.
2. Обеспечение экстренной передачи информации о состоянии объектов контроля между подразделениями связи.
3. Выработка и выдача команд техническому персоналу (подразделений связи, специализированных ремонтных организаций, предприятий-изготовителей) на проведение ремонтно-восстановительных работ по устранению повреждений (отказов), контроль за ходом этих работ.
4. Планирование профилактических измерений параметров систем.
5. Анализ работы системы связи в период эксплуатации и разработка предложений по повышению их эксплуатационной надёжности.

Структурно СОУ может включать следующие подсистемы:

- контроля (ПК);

- текущего технического обслуживания (ПТТО);
- учёта и анализа качества работы объектов эксплуатации (ПУА);
- сбора, хранения и обмена данными (ПСХОД);
- оперативного управления (ПОУ).

Задачи, решаемые подсистемами, следующие:

1. ПК: контроль в автоматическом режиме параметров системы связи, сравнение их с установленными нормами, передача результатов контроля в другие подсистемы.

2. ПТТО: производство автоматизированного текущего (повседневного) технического обслуживания объектов.

3. ПУА: автоматизация процессов повседневного учёта и анализа качества работы аппаратуры связи.

4. ПСХОД: автоматизация процессов сбора, хранения и обмена данными между другими подсистемами.

5. ПОУ: обеспечение автоматизированного оперативно-технического управления эксплуатацией системы связи.

Проектирование (организация) систем оперативного управления эксплуатацией системы связи особенно актуально в настоящее время в связи с задачей построения (в рамках концепции развития системы связи МВД) интегрированной мультисервисной телекоммуникационной системы (ИМТС) МВД России.

Структурная схема построения автоматизированной системы технической эксплуатации ИМТС представлена на рис. 3.2.

На этом рисунке ГЦУ, РЦУ и УЦУ — соответственно главный, региональный и узловый центры управления автоматизированной системы технической эксплуатации; СТО — сектор технического обслуживания; n , m , k — соответственно количество центров управления и секторов технического обслуживания системы.

Организация СОУ требует обеспечения их соответствующими комплексами технических средств.

3.3. Технические средства системы оперативно-технического управления

Технические средства составляют основу построения СОУ. Основными требованиями к техническим средствам с учётом построения ИМТС являются:

- обеспечение высокой скорости сбора, обработки и передачи информации с контролируемых объектов;

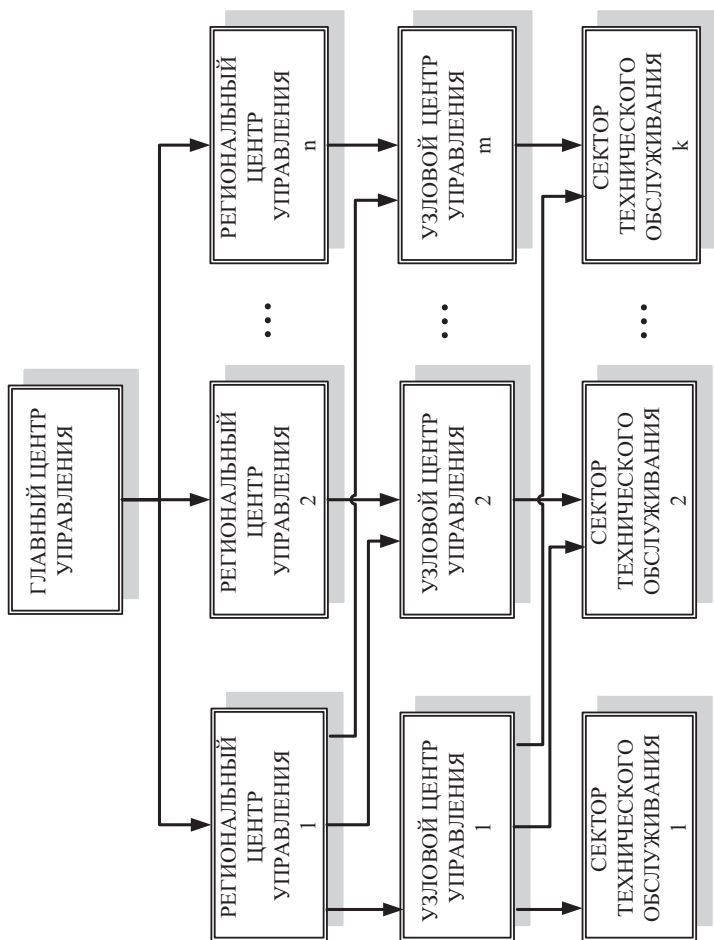


Рис. 3.2. Автоматизированная система технической эксплуатации ИМТС

- автоматизация процессов учёта повреждений и планирования работ по техническому обслуживанию эксплуатируемых объектов;
- обеспечение минимального времени поиска и локализации неисправностей, выяснения их причин и принятия решений;
- обеспечение повышения производительности труда технического персонала.

Важным звеном (составным элементом) автоматизированной системы, изображённой на рис. 3.2, является СТО. Основными задачами СТО являются:

1. Автоматический сбор информации о техническом состоянии объектов эксплуатации (мониторинг системы связи или сегмента ИМТС региона).

2. Формирование сообщений о текущем состоянии, а также изменении параметров системы связи и передача данных сообщений вышестоящим центрам управления. Хранение данных, формирование статистических данных о состоянии объектов в течение срока эксплуатации.

3. Активирование резервных каналов связи в случае ухудшения качества связи по существующим каналам (или их выхода из строя).

4. Контроль хода выполнения ремонтно-восстановительных и ремонтно-настроечных работ на объектах эксплуатации.

5. Управление работой сети связи по командам вышестоящих центров управления.

6. Анализ причин изменения технического состояния объектов эксплуатации.

Таким образом, на СТО должна быть оперативная информация о состоянии объектов эксплуатации, данные о средствах контроля и управления. Данное подразделение должно быть обеспечено соответствующим комплексом технических средств.

Обобщённая структурная схема СТО представлена на рис. 3.3.

3.4. Структурная схема автоматизированной системы контроля и управления системой связи

Тенденция к усложнению оконечной аппаратуры, аппаратуры линейного тракта, системы передачи в целом и возрастание требований к качеству передачи сигналов привели к тому, что ошутимей стали проявляться противоречия между потенциальными возможностями системы связи и эффективностью ее обслуживания. На-

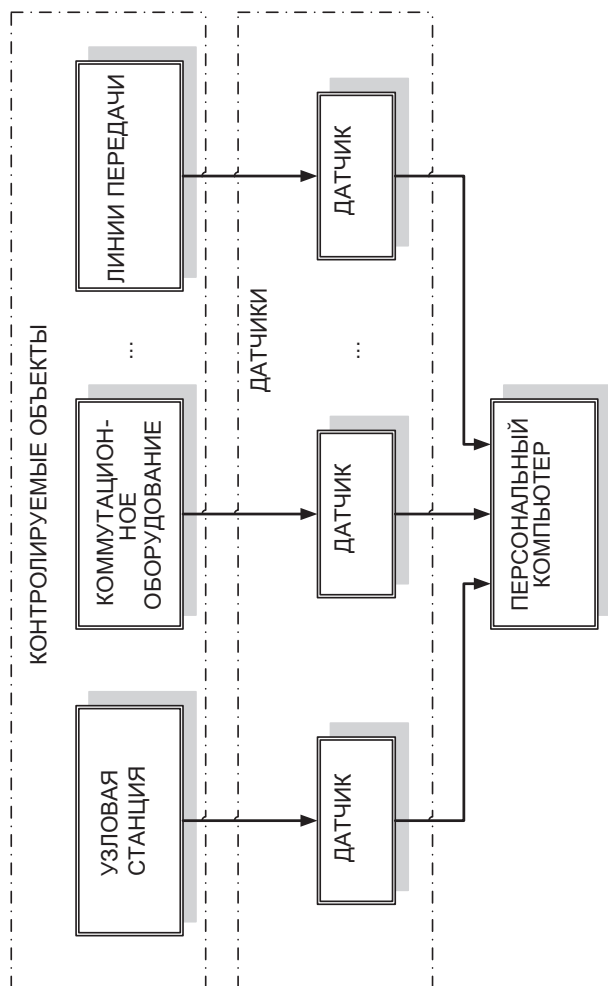


Рис. 3.3. Обобщённая структурная схема СТО

пример, усложнение системы передачи способствовало повышению требований к качеству работы технического персонала, а возрастающие потери времени на контроль, устранение неисправности и настройку аппаратуры (системы) затруднили удовлетворение этих повышенных требований.

Одним из путей разрешения указанных противоречий является автоматизация процессов ТО, особенно процессов контроля и измерения каналов и трактов передачи. Обычные контрольно-измерительные приборы с ручным управлением обладают низким быстродействием. Кроме того, после каждого измерения требуются анализ результатов и принятие решения о техническом состоянии объектов измерений. При этом возможно, что на точность контроля будут влиять субъективные факторы. Поэтому предполагается, что автоматизация процессов контроля и настройки элементов системы связи при необходимом быстродействии устройств и высокой точности измерений позволит исключить субъективные ошибки и повысить достоверность контроля.

Автоматические средства контроля дают возможность полностью решить задачу съема, преобразования и обработки данных о состоянии контролируемых объектов, а также сформировать решение — оценить состояния объектов и выработать рекомендации по регулировке (настройке) параметров объекта.

Автоматизация контроля и измерений оборудования оконечных станций и линейного тракта позволяет:

- повысить скорость выполнения контрольных операций и тем самым сократить время простоя каналов и трактов за счет уменьшения времени обнаружения и определения места и характера неисправностей (это способствует повышению коэффициента готовности системы связи);
- сократить численность технического персонала, отнесенную к одному каналу (за счет повышения производительности труда),
- исключить влияние субъективных факторов технического персонала на результаты измерений и повысить его ответственность вследствие автоматизации документирования состояний оборудования каналов и трактов передачи;
- создать оперативное централизованное управление процессами контроля и измерений. При этом для управления, сбора и обработки результатов используется ЭВМ.

Для повышения надёжности функционирования системы связи необходимо проводить контроль основных параметров системы в реальных условиях эксплуатации. Алгоритм построения автоматизированной системы контроля и управления (АСКУ) системы связи может быть следующим:

1. Определение набора контролируемых параметров системы связи.
2. Разработка методов и устройств контроля выбранных параметров в реальных условиях эксплуатации (в реальном времени).
3. Определение возможности применения адаптивных устройств (методов) контроля (регулирования) параметров системы связи.
4. Разработка адаптивных устройств контроля (функциональных узлов с элементами настройки) и алгоритмов регулирования параметров.
5. Разработка алгоритма работы АСКУ.
6. Построение структурной схемы АСКУ.

Очевидно, что структурная схема АСКУ будет включать в себя элементы СТО, изображённой на рис. 3.3. По сути, это и есть АСКУ, так как она содержит все необходимые технические средства, необходимые для построения автоматизированных систем. Отличие заключается в том, что АСКУ будет содержать адаптивные устройства управления (УУ) (регулирования параметров) СС. Структурная схема АСКУ изображена на рис. 3.4.

Датчики и устройства управления могут быть как в составе контролируемых объектов, так и располагаться обособленно. ПК (или микро-ЭВМ) осуществляет мониторинг контролируемых объектов и регулировку параметров (технических характеристик) системы связи.

3.5. Контроль состояния объектов технической эксплуатации

Определение понятия «техническое состояние системы связи» — одно из основных в теории технической эксплуатации. Оно содержит информацию о степени удовлетворения требований к исправности системы связи и о необходимости технического обслуживания, ремонта или списания. Поэтому контроль технического состояния рассматривается как процесс получения и анализа соответствующей информации и принятия решения о пригодности си-

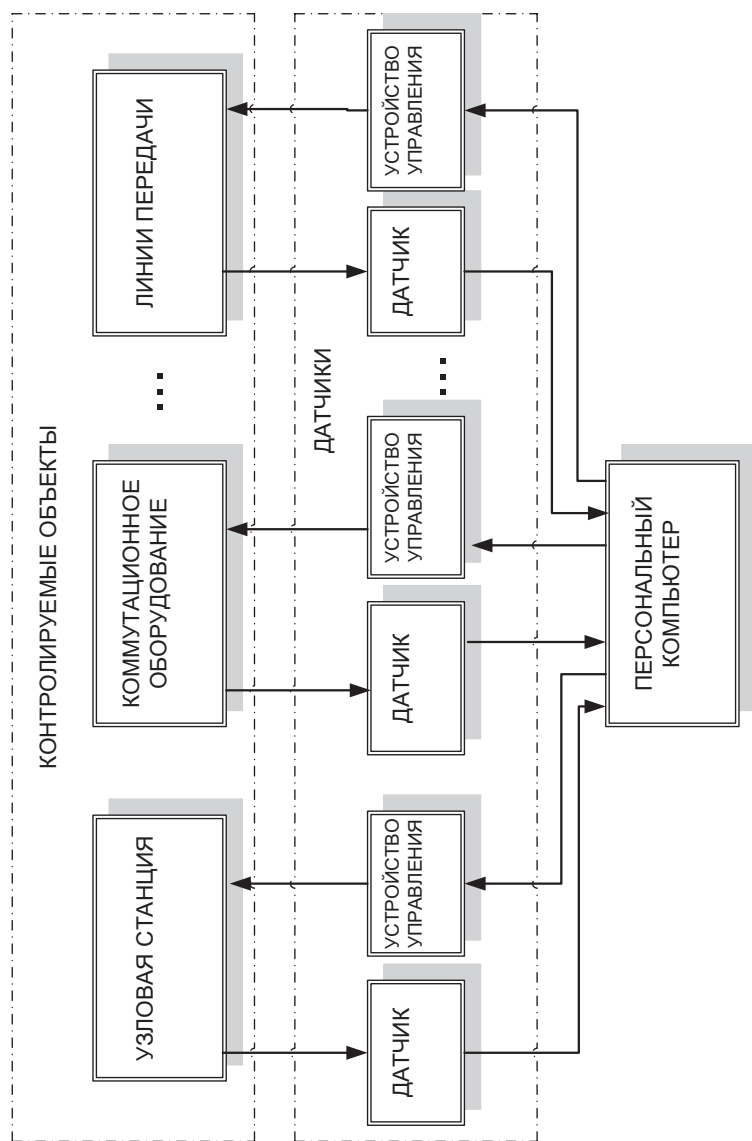


Рис. 3.4. Алгоритм построения автоматизированной системы контроля и управления

системы связи (или ее элементов) к дальнейшей эксплуатации или о необходимости ее технического обслуживания, ремонта.

Своевременное выявление и устранение причин неисправностей (отказов) приводит к улучшению показателей надежности. Поэтому контроль рассматривается как один из методов повышения надежности системы связи. Главная задача контроля — установление объективного технического состояния каналов и трактов системы связи.

Контроль — это процесс установления соответствия между состоянием объекта контроля и заранее заданной нормой на его параметры и характеристики. После определения контролируемых параметров и сопоставления их текущего значения с нормируемыми значениями формируется и выдается суждение о состоянии контролируемого объекта: находятся ли его параметры в пределах заданных значений, исправен объект или нет.

Под **объектом контроля** понимают технические средства (каналы, групповые и линейные тракты, аппаратуру, устройства, отдельные элементы), информацию о техническом состоянии которых необходимо иметь в процессе эксплуатации. Для оценки технического состояния перечисленных объектов определяются их качественные и количественные характеристики, которые называются **контролируемыми параметрами**.

Для осуществления контроля используются специальные технические средства измерения и контроля. **Средствами измерения** называют технические устройства и приборы, имеющие нормированные метрологические свойства и обеспечивающие определение численного значения контролируемого параметра. **Средствами контроля** называют технические устройства (или системы), обеспечивающие восприятие контролируемого параметра, сопоставление его значения с установленными допусками, формирование и выдачу суждения о результате контроля.

Последовательность операций процесса контроля называется **алгоритмом контроля**. Объекты контроля обычно характеризуются алгоритмом функционирования и контролепригодностью. Под **алгоритмом функционирования** понимается последовательность операций, реализуемых техническим средством (например, системой передачи) для выполнения заданных функций.

Контролепригодностью называется свойство объекта контроля, характеризующее его приспособленность к проведению контро-

ля. Контролепригодность объекта определяется также и качеством средств контроля.

С целью количественной оценки качества процесса контроля используются следующие показатели.

Коэффициент полноты контроля (Π), который указывает, какая часть объекта охвачена контролем. Он определяется отношением числа элементов N_k , охваченных контролем, к общему числу элементов N в объекте:

$$\Pi = N_k/N.$$

Коэффициент глубины контроля (Γ), который определяется отношением

$$\Gamma = M_k/M \text{ при } \{M_k\}/\{M\},$$

где M_k — контролируемое число параметров для выявления состояния объекта, M — максимальное число параметров, определяющих состояние объекта.

Достоверность контроля — показатель, определяющий степень доверия к результатам контроля, которые зависят от точности измерения параметров объекта, полноты и глубины контроля, влияния помех на работу устройств контроля, уровня квалификации технического персонала и других факторов. Достоверность представляет собой в какой-то мере обобщённый показатель контроля.

Положим, что качественное состояние объекта оценивается параметром X . В результате влияния различных факторов значение этого параметра с течением времени изменяется случайным образом. Поэтому параметр X рассматривается как случайная величина.

Объект считается работоспособным, если значение X находится в пределах заданных границ X_1 и X_2 , т.е. при выполнении условия $X_1 < X < X_2$. Согласно этому условию о техническом состоянии объекта могут быть высказаны 2 гипотезы: H — объект исправен, $\bar{H}$ — объект не исправен.

В результате контроля о состоянии объекта могут быть сделаны следующие выводы:

B_1 — измеренное и истинное значения параметра X находятся в допустимых пределах (принимается гипотеза H);

B_2 — измеренное значение X не находится в допустимых пределах, а истинное находится (принимается гипотеза $\bar{H}$);

B_3 — измеренное значение X находится в допустимых пределах, а истинное за его пределами (принимается гипотеза H);

B_4 — измеренное и истинное значения X находятся вне допустимых пределов (принимается гипотеза $\bar{H}$).

Сумма значений вероятностей перечисленных выводов

$$P(B_1) + P(B_2) + P(B_3) + P(B_4) = 1.$$

Выводы B_2 и B_3 являются ошибочными. Вероятность неправильной оценки состояния объекта равна

$$\bar{B} = P(B_2) + P(B_3).$$

Тогда вероятность правильной оценки:

$$B = 1 - \bar{B}.$$

Вероятность B называется достоверностью контроля.

Время контроля — показатель, зависящий от контролепригодности объекта, методов контроля, степени автоматизации процессов контроля и от квалификации технического персонала.

$$t_k = t_n + t_{\text{из}} + t_a + t_p,$$

где t_n — время, необходимое для подготовки средств контроля к измерению; $t_{\text{из}}$ — время измерений; t_a — время считывания и анализа результатов измерения; t_p — время принятия решений (выводов).

Эффективность контроля — обобщённый показатель полезности применения контроля, который количественно определяется отношением эффективности работы объекта при наличии и в отсутствие контроля. Один из вариантов определения эффективности контроля:

$$\mathcal{E}_k(t) = \frac{\mathcal{E}(t/t_k) - \mathcal{E}(t)}{\mathcal{E}_{\text{н}}(t/t_k) - \mathcal{E}(t)}, \quad t > t_k,$$

где $\mathcal{E}(t/t_k)$ — эффективность объекта в момент t_k , когда был проведён контроль; $\mathcal{E}_{\text{н}}(t/t_k)$ — то же, после безошибочного (идеального) контроля; $\mathcal{E}(t)$ — эффективность объекта в отсутствие контроля.

Чем ближе значение $\mathcal{E}_k(t)$ к единице, тем выше качество контроля. При такой оценке возможные значения $\mathcal{E}_k(t)$ попадают в пределы $0 \dots 1$. Нулевое значение $\mathcal{E}_k(t)$ соответствует отсутствию контроля, а единичное — идеальному контролю.

Начальники ОВД, руководители служб и специалисты подразделений связи должны осуществлять постоянный контроль за тех-

ническим состоянием и организацией технической эксплуатации техники связи.

Основными формами контроля являются:

1. Проверка технического состояния и организации технической эксплуатации техники связи при инспектировании, итоговых и контрольных проверках ОВД.

2. Проверка технического состояния техники связи при проведении технического обслуживания.

Проверка технического состояния техники связи включает:

1. Проверку наличия рабочего комплекта.

2. Измерение параметров в объёме ТО №3.

При проверке сбережения (содержания) техники связи контролируются:

1. Внешнее состояние.

2. Комплектность.

3. Состояние аккумуляторов.

4. Наличие пломб и печатей на узлах и агрегатах.

5. Наличие и правильность ведения эксплуатационной документации.

Должностные лица, в ведении которых находится техника связи, периодически проверяют:

1. Внешнее состояние техники связи.

2. Укомплектованность и правильность ведения технической документации.

3. Своевременность и качество выполнения технического обслуживания.

4. Работоспособность техники связи.

Проверка укомплектованности и правильности ведения эксплуатационной документации проводится определением:

1. Наличия комплектации согласно описи комплекта.

2. Наличия эксплуатационной документации и правильности её заполнения (ведения).

3. Соответствия номеров на технике связи, блоках, узлах значащимся в паспорте.

4. Соблюдения сроков обязательной поверки измерительных приборов.

Проверка работоспособности техники связи проводится определением:

1. Работоспособности всего комплекта во всех режимах.

2. Исправности и работоспособности отдельных узлов, блоков по встроенным и приданным измерительным приборам.

3. Исправности антенно-мачтовых устройств, соединительных кабелей, вспомогательного имущества и ЗИП.

Различают *диагностический* и *прогнозирующий* контроль.

Диагностический контроль.

Определение технического состояния, в котором находится объект эксплуатации в настоящий момент времени, является задачей диагноза. Цель диагностического контроля заключается в отыскании неисправностей и установлении причин их возникновения. Задачи диагностического контроля:

1. Обеспечение максимальной вероятности правильного диагностирования и минимальной вероятности ошибки диагностирования.

2. Выбор такого алгоритма поиска неисправностей, при котором время диагностирования минимальное.

3. Обеспечение минимальной стоимости и трудоёмкости диагностирования.

Технически диагностический контроль осуществляется специальными средствами. Различают *аппаратурный* и *программный* способы и средства реализации алгоритмов диагностирования.

Аппаратурные средства диагноза выполняются конструктивно независимо от объекта контроля и подключаются к нему только при проведении диагноза. Их называют *внешними средствами диагноза*. Если аппаратурные средства составляют с объектом контроля конструктивно единое целое, то их называют *встроенными аппаратурными средствами диагноза*.

Программы, составленные специально для целей диагностического контроля технического состояния СС, называются *испытательными*. Эффективность программных средств диагноза повысится при сочетании их с аппаратурными средствами, т.е. при создании *программно-аппаратурных средств диагностического контроля*.

Для оценки качества диагностического контроля СС в период её эксплуатации могут использоваться следующие показатели:

1. Вероятность правильного диагностирования:

$$P_{\text{п.д.}} = 1 - \sum_{i=1}^m \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m P_{i,j},$$

где m — число состояний объекта, P_{ij} — вероятность ошибки диагностирования, т.е. вероятность совместного наступления двух событий: объект диагностирования находится в техническом состоянии i , а в результате диагностирования считается находящимся в техническом состоянии j .

2. Средняя оперативная продолжительность диагностирования:

$$\bar{\tau}_d = \sum_{i=1}^m \bar{\tau}_i P_i^0,$$

где $\bar{\tau}_i$ — средняя оперативная продолжительность диагностирования объекта, находящегося в состоянии i , P_i^0 — априорная вероятность нахождения объекта диагностирования в состоянии i , $\bar{\tau}_i$ — включает продолжительность выполнения вспомогательных операций диагностирования и продолжительность собственного диагностирования.

3. Средняя стоимость диагностирования:

$$\bar{C}_d = \sum_{i=1}^m \bar{c}_i \cdot P_i^0,$$

где $\bar{c}_i$ — средняя стоимость диагностирования объекта, находящегося в состоянии i .

Прогнозирующий контроль.

Знание закономерностей изменения характеристик объектов эксплуатации даёт возможность определить вероятный момент появления отказа и принять меры по его предупреждению (замена элемента, проведение регулировки и т.д.). Прогноз может быть одним из способов повышения надёжности системы связи.

Под *прогнозом* понимается научно обоснованное суждение о возможных состояниях объекта эксплуатации в будущем и сроках их осуществления. *Прогнозирование* — это процесс разработки прогнозов. *Методика прогнозирования* — это совокупность специальных правил и приёмов разработки конкретных прогнозов.

Прогнозная модель — это модель объекта прогнозирования, исследование которой позволяет получить информацию о возможных состояниях объекта в будущем. *Период упреждения прогноза* — промежуток времени, на который разработан прогноз.

Чтобы обосновать выбор метода прогнозирования, необходимо иметь критерии количественной оценки его качества.

Точность прогноза характеризует степень соответствия прогнозируемого и действительного значений. Она измеряется величиной ошибки:

$$\Delta x = x_{\text{пр}} - x_0,$$

где $x_{\text{пр}}$ — прогнозируемое значение, x_0 — истинное значение.

Достоверность прогноза определяется как вероятность того, что результаты прогноза действительно подтвердятся. Достоверность и точность — взаимосвязанные понятия. Обычно под достоверностью понимают надёжность прогноза.

Эффективность прогноза показывает степень улучшения эксплуатационных характеристик объекта в результате прогноза и является обобщённым показателем качества прогноза. Смысл этого показателя зависит от цели прогноза. Если, например, целью прогноза является повышение надёжности системы связи, то показателем эффективности прогноза будет изменение показателя надёжности системы связи в результате прогноза. Предположим, что основным показателем надёжности СС является коэффициент готовности:

$$K_{\Gamma} = \sum t_{\text{н}} / (\sum t_{\text{н}} + \sum \tau_{\text{в}}),$$

где $t_{\text{н}}$ — время нормальной работы объекта эксплуатации, $\tau_{\text{в}}$ — время восстановления объекта после его отказа.

Тогда эффективность прогноза:

$$П_{\text{э}} = (K_{\Gamma_2} - K_{\Gamma_1}) / K_{\Gamma_1},$$

где K_{Γ_2} — коэффициент готовности объекта при использовании средств прогноза; K_{Γ_1} — коэффициент готовности объекта без применения средств прогнозирующего контроля.

Стоимость прогноза измеряется затратами материальных средств на его выполнение, т.е. затратами на устройства прогнозирующего контроля, на её обслуживание и др.

Выбор контролируемых параметров.

СС представляет собой сложную систему, имеющую множество параметров и характеристик.

Параметры СС характеризуются:

- номинальным значением и границами допусков (допусками называются допустимые пределы отклонения параметров от

своих номинальных значений, при которых ещё сохраняется работоспособность системы;

- зависимостью от внешних условий (температуры, влажности и т.п.);
- требуемой точностью измерений;
- закономерностью изменения во времени в период эксплуатации;
- функциональной зависимостью от других величин и процессов.

По своей значимости параметры делятся на:

- *определяющие* — параметры, контроль которых позволяет оценить общую работоспособность системы связи;
- *прогнозирующие* — параметры, содержащие информацию, необходимую для прогноза технического состояния системы связи;
- *аварийные* — часть определяющих параметров, по которым судят о приближении аварийных режимов в работе системы связи.

По степени информативности различают параметры:

- выходных функций системы, имеющие самую высокую степень обобщения информации о её работоспособности (к ним относятся определяющие параметры);
- элементов системы, имеющие самую низкую степень обобщения (обычно это вспомогательные параметры).
- количество контролируемых параметров (характеристик) системы связи определяется задачами контроля. При этом необходимо, чтобы:
- контролируемые параметры в достаточно полной мере отражали состояние системы связи с точки зрения её работоспособности;
- контролировались параметры, изменения которых могут привести к изменениям других параметров системы или вызвать частичные (или полные) её отказы;
- контролировались параметры, изменения которых относительно часты, что позволяет техническому персоналу своевременно обнаружить неполадки и принять конкретные меры по их устранению.

По способу определения различают параметры:

- выраженные электрическими величинами и определяемые прямыми измерениями (например, амплитуда тока и напряжения, сопротивления и ёмкости элементов);
- измеряемые косвенным путём (остаточное затухание и др.);

- неэлектрических величин, измерения которых и передача на расстояние требуют предварительного преобразования (давление газа или воздуха в кабеле, температура и влажность в помещении, где установлено оборудование системы связи и др.);
- оцениваемые визуально (параметры, проверяемые световыми индикаторами).

Система связи представляет собой сложную систему, имеющую множество параметров и характеристик. По сути, каждый канал ТЧ и каждый групповой тракт можно представить как отдельную систему с большим числом параметров.

Параметры системы связи характеризуются:

- номинальным значением и границами допусков (допусками) называются допустимые пределы отклонения параметров от своих номинальных значений, при которых еще сохраняется работоспособность системы);
- зависимостью от внешних условий (температуры, влажности и т.п.);
- требуемой точностью измерений;
- закономерностью изменения во времени в период эксплуатации;
- функциональной зависимостью от других величин и процессов.

Для удобства анализа параметры классифицируют по различным признакам. Так, по способу определения различают параметры:

- выраженные электрическими величинами и определяемые прямыми измерениями (например, амплитуда импульсов тока и напряжения, сопротивления и емкости элементов);
- измеряемые косвенным путем (остаточное затухание, затухание нелинейности и др.);
- неэлектрических величин, измерения которых и передача на расстояние требуют предварительного преобразования (давление газа или воздуха в кабеле, температура и влажность в НУП и др.);
- оцениваемые визуально (параметры, проверяемые световыми индикаторами).

Заметим, что значительная часть параметров систем передачи относится к первой группе. Это позволяет унифицировать измерительную аппаратуру.

По своей значимости параметры делятся на:

- **определяющие** — параметры, контроль которых позволяет оценить общую работоспособность системы передачи;

- **вспомогательные** — параметры, используемые совместно с определяющими для отыскания мест повреждений;
- **прогнозирующие** — параметры, содержащие информацию, необходимую для прогноза технического состояния системы передачи;
- **аварийные** — часть определяющих параметров, по которым судят о приближении аварийных режимов в работе системы связи.

Обычно при выборе контролируемых параметров проводятся теоретические и экспериментальные исследования, на основе результатов которых определяются число параметров, подлежащих контролю, номинальные значения их и допуски, а также необходимое время контроля.

К настоящему времени разработан ряд методов, позволяющих определить оптимальное число контролируемых параметров. Методы основаны на составлении математических моделей объектов контроля путем аналитического и статистического их описания. В качестве примера рассмотрим метод статистической оптимизации по критерию максимальной вероятности отказа параметра, основанный на построении физической модели объекта.

Метод состоит условно из трех этапов. На первом этапе производится исследование и анализ работы функциональных узлов аппаратуры и системы передачи в целом, устанавливаются зависимости выходных сигналов от входных и от внутренних и внешних помех, определяется взаимная связь узлов аппаратуры и их параметров, выбирается исходное число контролируемых параметров.

Степень связи между параметрами h_i и h_j определяется с помощью выражения предельного значения коэффициента корреляции:

$$z_{h_i, h_j} = n_{\text{общ}} / n_i n_j,$$

где n_i и n_j — число вспомогательных параметров, влияющих на параметры h_i и h_j ; $n_{\text{общ}}$ — число вспомогательных параметров, общих для параметров h_i и h_j .

Исходное число параметров выбирается таким образом, чтобы контролем были охвачены все элементы системы. Достаточность исходных параметров проверяется расчетом коэффициента полноты контроля.

На втором этапе рассчитывается вероятность отказа функциональных узлов (или аппаратуры, канала передачи) и на основе полученных данных и результатов работы первого этапа составляется

физическая модель объекта контроля. На рис. 3.5 показан пример физической модели объекта контроля.

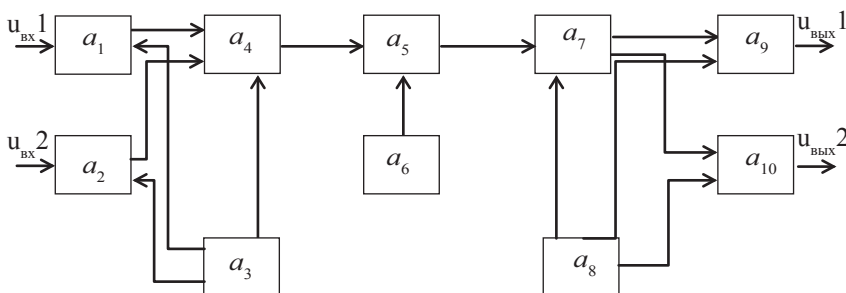


Рис. 3.5. Пример физической модели объекта контроля:

u_1 и u_2 — входные, а u_1 и u_2 — выходные сигналы; a_0 – a_k — объединенные в группы аппаратура и отдельные виды СС

Модель составляется таким образом, что каждая a_k , $k = 1, 2, \dots, 10$, характеризуется одним параметром h_{ki} определенной степени обобщения. Если состояние какого-либо узла (аппаратуры) характеризуется несколькими параметрами, то он условно делится на некоторое количество a_k по числу характеризующих параметров. Следовательно, состояние каждого a_k характеризуется одним обобщенным параметром

$$h_{ki} = l_h(a_i), \quad (3.1)$$

где a_i — подмножество вспомогательных параметров, характеризующих узлы группы a_k .

Отклонение параметра h_{ki} от номинального значения вычисляется по формуле

$$\Delta h_{ki} = \sum_{i=1}^m \frac{dl_h}{da_i} \Delta a_i. \quad (3.2)$$

Наличие в этой формуле разнополярных слагаемых приводит к взаимной компенсации отклонений параметров подмножества Δa_i . Благодаря этому параметр h_{ki} может иметь номинальные значения даже при выходе некоторых Δa_i за пределы допуска. Так, например, случается с АЧХ линейного тракта, которая оказывается в пределах установленных норм даже при чрезмерных отклонениях одноименных характеристик отдельных участков тракта.

На третьем этапе после составления такой физической модели рассматриваются или устанавливаются экспериментально вероят-

ности отказа каждой a_k — цепи контроля параметров и по максимальной из них выбираются контролируемые параметры и определяется очередность их проверки.

Этим методом могут быть определены контролируемые параметры: станционной каналообразующей аппаратуры системы связи, аппаратуры линейного тракта и сопряжения, оборудования линейных сооружений и т. д.

3.6. Требования к объектам и устройствам контроля

Проектирование системы связи и средств ее контроля проводится, как правило, совместно, что обеспечивает наилучшие условия контроля, минимум материальных затрат и уменьшение времени контроля. Достигается это разработкой соответствующей конструкции аппаратуры, выбором числа контролируемых параметров и характеристик, правильным учетом их допусков (норм), применением рациональных схем контроля, правильным определением вида отражения результатов контроля.

Преобразовательная аппаратура, каналы ТЧ, групповые и линейные тракты, устройства автоматической регулировки усиления, тонального вызова и набора, служебной связи и др. должны обеспечивать качественное выполнение используемого вида контроля. В этой связи проектирование современных систем передачи должно осуществляться с учетом того, чтобы:

- функциональные узлы аппаратуры имели минимальное число функциональных связей, что позволит сократить число контролируемых параметров и контрольных точек;
- обеспечивалась возможность размещения на объектах контроля технических средств контроля;
- аппаратура имела необходимые контрольные выводы для проверки параметров и поиска неисправностей;
- аппаратура имела минимально необходимое число регулировок, а конструкция ее обеспечивала удобное и надежное подсоединение устройств контроля с меньшей затратой времени;
- обеспечивалась возможность полной автоматизации процессов измерения необходимых параметров.

Средства контроля при этом также должны удовлетворять определенным требованиям:

- не оказывать в случае отказа влияния на работу контролируемого объекта;

- быть простыми и надежными (особенно устройства контроля оборудования НУП и НРП), не требующими систематического технического обслуживания;
- обеспечивать необходимую точность измерения контролируемых параметров;
- при пропадании дистанционного питания в НУП и НРП из-за повреждения кабеля устройства контроля линейного тракта должны быть обеспечены резервным питанием для возможности определения поврежденного участка кабеля;
- при передаче сигналов контроля линейного тракта не должны увеличиваться помехи в каналах контролируемой системы связи.

3.7. Виды и методы контроля

Для оценки состояния технических средств разработано большое число видов контроля. Классификация их производится по различным признакам. В зависимости от поставленной задачи различают контроль:

- функционирования (осуществляется качественная оценка выполнения объектом своих функций);
- работоспособности (количественная оценка параметров объекта, определяющих качество его работы);
- диагностический (для определения причин и места неисправности в объекте контроля);
- прогнозирующий (для предсказания технического состояния объекта в будущем);
- профилактический (для обнаружения и замены элементов объекта контроля, параметры которых достигли предельных допустимых значений);
- самоконтроль (количественная оценка качества работы средств контроля).

По характеру времени проведения контроля за состоянием объекта различают следующие виды контроля:

- непрерывный (информацию о параметрах объекта получают непрерывно в процессе работы путем постоянного подключения к объекту средств контроля);
- периодический (производится через установленные периоды времени — по определенному плану, программе);

- эпизодический (производится по мере надобности — в случайные моменты времени с целью определения причин и мест возникших неисправностей в объекте контроля).

По порядку анализа контролируемых параметров различают виды контроля:

- выборочный (контроль отдельных элементов, устройств, аппаратуры, каналов передачи или их параметров по желанию технического персонала);
- последовательный (последовательная оценка параметров объекта контроля с помощью одного канала средств контроля);
- параллельный (одновременная оценка нескольких параметров объекта с помощью разных каналов средств контроля); комбинированный (параллельно-последовательный).

По виду оценки результатов различают контроль:

- допусковый (определение нахождения текущих значений параметров объекта в установленных границах допусков и с оценкой результата по принципу «годен — не годен»);
- количественный (определение абсолютных или относительных величин параметров или их отклонения от установленных норм).

По виду реализации различают контроль:

- ручной (осуществляется обслуживающим персоналом объекта);
- автоматизированный (с частичным участием технического персонала);
- автоматический (без непосредственного участия технического персонала).

По использованию внешних воздействий различают такие виды контроля:

- пассивный (без внешнего воздействия на объект контроля);
- активный (состояние объекта оценивается по реакции на сигналы, вводимые в него от специальных устройств, например генераторов).

В зависимости от организации контроль может быть:

- программный (объект контролируется по специальной программе). Под программным контролем понимается упорядоченная последовательность проверок. **Проверка** — это совокупность операций, проводимых для определения выходных реакций функциональных узлов на входные сигналы с известными параметрами;

- схемный (производится с помощью устройств, аппаратуры, встроенных в объект контроля);
- дистанционный — телеконтроль (осуществляется на расстоянии);
- централизованный (производится по программе с общего пульта управления некоторым числом рассредоточенных объектов контроля);
- с частичным выводом объекта из эксплуатации (при таком контроле требуется сокращение объема функций, выполняемых объектом, например сокращение объема информации, передаваемой по системе связи, при этом сокращению могут быть подвергнуты число каналов, число групповых трактов, размещенных в диапазоне частот линейных трактов);
- без вывода объекта из эксплуатации (контроль, при котором происходит нормальная эксплуатация объекта);
- с выводом объекта из эксплуатации (контроль, при котором эксплуатация объекта прекращается).

В зависимости от того, в какие периоды жизни объекта осуществляется контроль, различают, например, контроль при производстве объекта и эксплуатационный контроль, который проводится в процессе эксплуатации объекта.

Каждый вид контроля имеет свои специфические особенности. В процессе эксплуатации системы связи применяются и такие методы контроля, как: внешний осмотр; проверка работоспособности по внешним признакам: исследование и контроль с помощью измерительных приборов.

Контроль технического состояния системы связи в настоящее время осуществляется в основном ручным способом, требующим разнообразной измерительной аппаратуры и больших трудовых затрат технического персонала. Технический персонал принимает непосредственное участие при реализации ручного контроля и части программы при автоматизированном контроле объектов. При этом роль его заключается в выполнении следующих операций:

- получение информации о параметрах, характеризующих состояние тех или иных частей системы связи;
- выяснение содержания информации и решение возникающих задач (регулирующих, вызова ремонтных бригад и др.);
- формирование и передача командной информации на НУП и НРП.

Следует отметить, что по мере усложнения процессов контроля представитель технического персонала, даже если он будет работать на пределе своих психофизиологических возможностей, не сможет отвечать возрастающим требованиям к контролю в части скорости переработки информации о состоянии контролируемых объектов, времени реакции на информационные раздражители, времени выполнения операций контроля, безошибочности принятия решений (об оценке состояния объекта контроля, о поиске места отказа, о способах восстановления работоспособности и др.). Поэтому в настоящее время наметилась тенденция к полной автоматизации (там, где это целесообразно) процессов контроля системы связи.

3.8. Метрологический и технологический подходы

Современное развитие информационных и телекоммуникационных технологий можно охарактеризовать как научно-техническую революцию (НТР). НТР в области телекоммуникаций связана с широкомасштабным внедрением микропроцессорной техники и переходом к цифровым методам коммутации и передачи.

Необходимо учесть, что специфика современной НТР состоит в том, что это — **технологическая революция**. Понятие технологии выходит на первый план и требует нового подхода к анализу и описанию явлений, связанных с развитием современных средств связи. Применительно к описанию методов измерений в современных сетях связи этот подход означает введение нового ключевого определения — ***измерительной технологии*** — для описания и классификации методов измерений. ***Измерительная технология или технология измерений в дальнейшем будет означать совокупность методов, подходов к организации измерений и интерпретации результатов, конкретных методик, а также измерительных средств (приборов и средств контроля), необходимая для качественного обслуживания соответствующего направления развития технологии средств связи.*** Как видно из определения, измерительная технология тесно связана с соответствующей технологией телекоммуникаций.

Необходимость введения понятия измерительной технологии как основного понятия для описания и классификации современных методов эксплуатационных измерений на сетях связи, обосновывается рядом причин.

Во-первых, технологический характер современной НТР, характерной чертой которой является настолько высокая скорость смены технологий, что она не позволяет большей части связного общества осознать все новые нюансы технологии в полной мере. Действительно, понимание специалистами в области связи современных технологий телекоммуникаций значительно отстает от развития самих технологий. Отставание проявляется в отсутствии учебно-справочных материалов, малом количестве профессионалов в технологии, пока невысоким уровнем статей в научно-технической прессе. Необходимо отметить, что такое отставание не является сугубо характерным для нашей страны, оно отмечается даже в самых развитых в области телекоммуникаций странах. Временные рамки существования и смены технологий на рынке уменьшаются, в результате становится невозможным рассматривать методологию измерений как стационарный процесс, необходимо включить в рассмотрение **фактор времени**. В результате появляется необходимость рассматривать не просто технологию измерений, но и динамику ее развития на рынке.

Во-вторых, современное развитие измерительной техники идет по пути ее высокой специализации. Развитие современной измерительной техники для телекоммуникаций привело к появлению рынка специализированной техники, предназначенной для обслуживания и эксплуатации систем связи. В результате смены технологий рынок специальной измерительной техники меняется очень динамично, возникает задача ее классификации, решить которую без технологического подхода невозможно.

В-третьих, в последнее время растет технологичность современного оборудования, более половины средств мирового телекоммуникационного рынка отводятся на развитие программных средств. Программное обеспечение в современных устройствах телекоммуникаций обновляется в среднем раз в два года, радикально изменяя структуру и возможности современных телекоммуникационных систем. Технологичность в области измерительной техники связана с появлением и развитием целого класса измерительных приборов — анализаторов протоколов и логического взаимодействия интеллектуальных устройств. Этот класс измерительной техники не рассматривается современной метрологией, тем не менее он имеет высокую эксплуатационную значимость. Включить в общее рас-

смотрение этот класс техники можно, только рассматривая вопросы по организации эксплуатационных измерений в комплексе. Переход к рассмотрению комплексных решений требует введения понятия измерительной технологии.

На основании всего перечисленного выше технологический подход к описанию эксплуатационных измерений на сетях связи является оправданным.

Таблица 3.1. Сравнение метрологического и технологического подходов

Проблема	Метрологический подход	Технологический подход
Методологический подход к описанию измерений	Фундаментально-научный, математическое моделирование, анализ погрешностей измерений	Прикладной анализ, учет экономических факторов и динамики развития рынка телекоммуникаций. Использование принципа разумной достаточности при проведении эксплуатационных измерений
Что является предметом измерений?	Физические величины (параметры сигналов, используемых в телекоммуникациях)	Физические величины (параметры сигналов) и алгоритмы взаимодействия логических устройств, используемых в системах связи
Развитие методов измерений во времени	Стабильные методики, практически не изменяются во времени. Можно говорить о стационарной методологии измерений	Развитие методов подчиняется динамике развития измерительной технологии на рынке. Динамичное развитие
Проработанность методов измерений	Высокая, вплоть до детальных методик	Средняя, до общих подходов к организации измерений и интерпретации результатов. Высокая проработанность в том случае, если используется достижения метрологии (обычно в случае измерения параметров сигналов)

Проблема	Метрологический подход	Технологический подход
Принцип классификации измерений	По способу получения результатов (прямые, косвенные, совместные и совокупные измерения). По точности измерений: измерения максималь-	По эксплуатационной направленности и использованию в различных частях системы электросвязи (измерения PDH, SDH, телефонных сетей и т.д.).
	но возможной точности, лабораторные (поверочные) измерения, технические измерения	По задачам измерений (эксплуатационные и системные измерения).
Принципы классификации измерительных средств (приборов)	Подгруппы средств измерений. Классификация по типам измеряемых физических величин (например, вольтметры, измерители мощности, осциллографы, анализаторы ГВЗ и т.д.). Тенденция к универсализации приборов приводит к тому, что некоторые приборы могут относиться к нескольким группам	По использованию средств измерений в соответствующей технологии связи (например, измерительная техника для обслуживания систем SDH, PDH, ATM, ISDN и т.д.). Поскольку спецификации измеряемых параметров технологий могут пересекаться, некоторые приборы могут относиться к нескольким группам.
Принцип разработки методов измерений	Внутренняя методология, требует рассмотрения внутреннего алгоритма работы прибора. Измерительные комплексы рассматриваются обычно в контексте лабораторных измерений	Внешняя методология, прибор рассматривается как элемент единого эксплуатационного измерительного комплекса. Измерительные комплексы рассматриваются в контексте эксплуатационных измерений

Основной задачей методологии измерений в современной технике является разработка методик измерения *физических величин*, связанных с работой технических средств. Наука XX века убедительно показала, что техническими средствами невозможно без ошибок определить значение теоретической величины. Так, при проектиро-

вании технических средств в основу расчета закладываются *теоретические величины*, которые на практике могут быть измерены только в некотором приближении. Поэтому в ряде случаев экспериментальные данные служат для оценки параметра теоретической величины. Лучше всего это видно на следующем примере. Знание методологии измерений не является обязательным для проведения эксплуатационных измерений при обслуживании современных систем связи, которые и составляют предмет настоящей книги. Тем не менее, включение этого материала в книгу по технологии измерений необходимо хотя бы потому, что всегда остаются такие вопросы, как: «Когда я измеряю BER, что же я действительно измеряю, как я это измеряю и не ошибаюсь ли я при измерении?» Для ответа на эти вопросы необходимо знать основы методологии измерений. Неправильно выбранная методология может привести к ошибке измерений, неправильной трактовке результатов и т.д. Поэтому даже самые общие сведения о методологии могут быть чрезвычайно полезны при организации эксплуатационных измерений.

Метрология представляет собой фундаментальную науку, использующую современную теорию эксперимента и математический аппарат для оценки погрешностей, охватывающую не только научные, но и административно-хозяйственные и отчасти юридические области знаний. С точки зрения классической метрологии все измерения, рассматриваемые в этой книге, относятся по классу точности к техническим измерениям, тогда как метрология описывает и другие два класса измерений.

Несмотря на то, что общей тенденцией развития современных систем связи является переход к цифровым методам передачи и коммутации, методология измерений параметров аналоговых сигналов по-прежнему существенна. Переход к цифровым сетям связи значительно расширил задачи методологии применительно к системам передачи/коммутации. В то же время окончательные сигналы современных систем связи — сигналы в абонентских телефонных каналах остались в подавляющем большинстве аналоговыми. Даже в наиболее развитых странах доля речевого трафика на сетях связи составляет более 90%. Этот речевой трафик передается абоненту в виде аналогового сигнала в полосе от 300 Гц до 3400 Гц (полоса канала ГЧ), следовательно, для анализа конечного качества работы сети требуется анализ этого аналогового сигнала.

Измерения осуществляются с помощью технических средств, имеющих нормированные метрологические свойства и обеспечивающих определение численного значения, контролируемого процесса (электрического, оптического, электромагнитного и др.). Измерения проводятся с целью:

- исследования статистических особенностей, передаваемых сигналов и разрабатываемых трактов передачи для установления соответствующих требований к качеству передачи; проведения настроечных работ;
- подтверждения соответствия электрических характеристик ожидаемым или допустимым значениям.

Электрические характеристики тракта передачи и его составных частей должны соответствовать утвержденным нормам. **Нормами** называются обязательные для выполнения требования к электрическим характеристикам каналов и трактов передачи и их составных частей. Электрические нормы подразделяются на настроечные и эксплуатационные. **Настроечные нормы** обеспечиваются при первоначальной настройке трактов передачи и при профилактических настройках в процессе эксплуатации. **Эксплуатационные нормы** по сравнению с настроечными по некоторым параметрам снижены до обеспечения удовлетворительного качества связи и рассчитаны на период между профилактическими настройками. Эти нормы должны выполняться в любое время.

При проверке норм на электрические параметры каналов и трактов передачи должны использоваться приборы соответствующей точности. Обеспечение высокой точности измерений — одна из главных задач. Так как большинство норм задается на основе статистических данных, то возникает вторая главная задача процессов измерения — обеспечение высокой достоверности проверки статистических норм.

Виды измерений.

В практике эксплуатации СС с ЧРК и ВРК по назначению проводятся различные виды измерений. Главными из них являются следующие:

Настроечные измерения, которые проводятся после монтажа аппаратуры. Результаты этих измерений, удовлетворяющие настроечным нормам, заносятся в электрические паспорта, которые свидетельствуют о пригодности каналов и трактов передачи к экс-

плуатации. Паспорта затем используются в качестве образцов, облегчающих процессы контроля и обнаружения неисправностей в тракте передачи.

Электрические паспорта составляются на основные и резервные тракты СС и каналы передачи, организуемые на магистральных и зонавых линиях. Паспорт на СС или линейный тракт составляется на участок между оконечными станциями линейного тракта. Групповые тракты паспортизируются на данном участке как простые. Паспорт составного группового тракта содержит также электрические параметры каналов ТЧ, организованных в этом тракте. Электрические паспорта на широкополосные каналы (телевизионные, передачи газетных полос и т. д.) составляются между оконечными станциями первичной сети, на которых они организованы.

Контрольные измерения, проводимые с целью проверки электрических параметров каналообразующей аппаратуры и оценки состояния групповых и линейных трактов. Контрольные измерения каналов ТЧ производятся по двум параметрам: остаточному затуханию и напряжению суммарных помех (шумов) в ЧНН. Измерения выполняются автоматически или вручную.

Профилактические измерения — комплекс проверочных и настроечных работ. Их цель — выявить, соответствуют ли значения параметров каналов и оборудования тем, которые были установлены при введении их в эксплуатации. Отсутствие соответствия указывает на необходимость выполнения подстройки.

Профилактическим измерениям подвергаются линейные тракты и организованные в них групповые тракты и каналы ТЧ, а также резервные линейные тракты. Измерения проводятся периодически (по плану) и по мере необходимости (неплановые), как правило, в периоды наименьшей нагрузки системы связи (например, в вечерние и ночные часы, воскресные дни). Объем и периодичность плановых измерений зависят от типа системы связи и условий ее эксплуатации. Они определяются соответствующими инструкциями.

Подробно содержание измерительных работ, проводимых на системы связи первичной сети, изложено в специальной литературе, инструкциях и руководствах по технической эксплуатации.

Настройка систем связи.

Под настройкой системы передачи понимают комплекс работ, проводимых с целью приведения ее технических характеристик и

параметров в соответствие с предусмотренным техническим проектом и нормами на тракты и каналы. Настройка состоит из следующих работ:

- проверки исправности аппаратуры оконечных и промежуточных пунктов, определения ее работоспособности и правильности выполнения монтажа, проверки напряжения источников электропитания и исправности схем защиты и сигнализации, проверки уровней несущих, тактовых и контрольных частот, устранения обнаруженных при этом неисправностей и регулировки (в случае необходимости) узлов аппаратуры для приведения их электрических характеристик к нормам;
- проверки технического состояния линейных устройств, коммутационного оборудования и средств автоматического контроля;
- регулировки усиления и включения необходимых корректоров различного назначения;
- регулировки всех каналов системы связи и составления паспортов на аппаратуру, тракты и каналы.

Установленный в период настройки режим работы аппаратуры оконечных и промежуточных пунктов контролируется затем в процессе эксплуатации.

Одним из главных элементов в комплексе настроечных работ являются измерения. В процессе эксплуатации настроечные измерения в том или ином объеме проводятся периодически, а также в случае необходимости после ремонтно-восстановительных работ. Это обусловливается тем, что с течением времени из-за старения активных элементов аппаратуры характеристики ее отдельных узлов отклоняются от установленных норм. Кроме того, отклонения электрических характеристик могут быть вызваны заменой вышедших из строя элементов (ячеек) исправными. Проводимые измерения позволяют поддерживать требуемый уровень надежности и качества трактов и каналов системы связи. Перечень измеряемых параметров и характеристик имеется в описании каждой системы связи.

Опыт эксплуатации разных по числу каналов ТЧ и принципу построения системы связи показал, что для снижения стоимости обслуживания и повышения производительности труда технического персонала при заданном уровне надежности и качества каналов и трактов необходимо решение ряда проблем.

В период, когда во всех линейно-аппаратных цехах (ЛАЦ) и кабельных участках используются традиционные измерительные приборы, возникает проблема их рационального распределения, так как избыток в одном месте снижает эффективность использования приборов, а недостаток в другом месте способствует увеличению времени простоев системы связи. Для решения данной проблемы используются методы теории массового обслуживания. При этом для ЛАЦ большой емкости (с числом каналов ТЧ более 1000) измерительный процесс рассматривается как система массового обслуживания с ожиданием разомкнутого типа (если поток требований на измерения является неограниченным). Для других ЛАЦ и кабельных участков математическая модель процесса обслуживания несколько видоизменяется, поскольку число объектов обслуживания и поток требований на измерения являются ограниченными.

Исходные данные для расчета оптимального числа однотипных приборов определяются на основе статистических наблюдений. Например, исследуются и определяются частоты использования измерительных приборов разного типа; среднее значение длительности одного измерения приборами разного типа; среднее время ожидания требованием начала производства измерений; среднее число требований на измерения в очереди; коэффициент простоя приборов.

При определении оптимального числа однотипных измерительных приборов учитываются не только критерии, определяющие качество обслуживания, но и экономические критерии, показывающие издержки при функционировании системы связи. Так, одним из вариантов определения величины издержки $C_{из}$ может служить следующая формула:

$$C_{из} = \Lambda \bar{t}_{ож} C_{ож} - C_{пр} \bar{n}_{св} + C_{в} \bar{n}_{в},$$

где Λ — частота поступления требований на измерения от объектов обслуживания; $\bar{t}_{ож}$ — среднее время ожидания требованием начала обслуживания; $C_{ож}$ — стоимость потерь, связанных с простаиванием требований в очереди в течение единицы времени; $C_{пр}$ — стоимость единицы времени простоя измерительного прибора; $\bar{n}_{св}$ — среднее число свободных от измерений приборов; $C_{в}$ — стоимость эксплуатации прибора измерением в единицу времени; $\bar{n}_{в}$ — среднее число занятых измерением приборов.

В последнее десятилетие в связи с ужесточением требований к надежности системы связи и качеству каналов и трактов, а также

с увеличением объема эксплуатационных измерений интенсивно проводились работы по повышению уровня автоматизации измерительных процессов.

В настоящее время ведутся работы по созданию автоматизированных и автоматических комплексов для измерения характеристик каналов и трактов. Примером измерительного комплекса для системы связи с ЧРК может служить комплект приборов, состоящий из измерительного генератора, избирательного указателя уровня, широкополосного указателя уровня, панорамного измерителя АЧХ, магазина затуханий и ряда фильтров. При введении автоматизации такие комплексы дополняются специальными управляющими устройствами — микропроцессорами или стандартной управляющей ЭВМ.

Использование микропроцессоров в самих измерительных приборах значительно улучшает их метрологические характеристики. Например, повышается точность измерений (в результате автоматической установки нуля перед началом измерений, самокалибровки прибора и других операций), возникает возможность получения математических функций измеренных величин и их статистических характеристик. Для осуществления взаимодействия между входящими в измерительный комплекс приборами, устройствами управления, устройствами документирования данных измерений и результатов обработки используются интерфейсы.

Интерфейсом называют совокупность механических, электрических и программных средств, позволяющих объединять измерительные приборы в систему. В измерительных комплексах посредством интерфейса достигается пять видов совместимости приборов:

- **информационная** — согласованность приборов по информативным параметрам, уровням. Взаимосвязь приборов осуществляется путем применения информационных, управляющих, программных, адресных и других специальных сигналов;
- **конструктивная** — согласованность конструктивных параметров приборов;
- **энергетическая** — согласованность напряжений и токов, питающих приборы и линии, связывающие приборы с источниками питания;
- **метрологическая** — сопоставимость результатов измерений, согласованность входных и выходных цепей;

- **эксплуатационная** — согласованность характеристик приборов по стабильности и надежности.

Кроме того, интерфейсы измерительных комплексов обеспечивают взаимодействие микропроцессоров с периферийной аппаратурой, которая связана с устройствами сбора, накопления, регистрации и обработки информации.

В созданных измерительных комплексах используется стандартный интерфейс, по своим параметрам соответствующий рекомендациям Международной электротехнической комиссии (<http://www.iec.ch>).

3.9. Организация ремонтных работ защищённых систем связи

Рекламационная работа и гарантийное обслуживание.

Целью рекламационной работы является своевременное восстановление технических параметров системы связи, устранение причин появления неисправностей, повышение ответственности предприятий, организаций, осуществляющих поставку аппаратуры потребителям или организаций, осуществляющих ремонт, монтажные и наладочные работы, за качество поставляемых изделий и проведение работ.

Рекламация — оформление в установленном порядке заявления получателя или потребителя поставщику или подрядчику на обнаруженные в период действия гарантийных обязательств несоответствия качества и (или) комплектности поставленной продукции или проведённых работ установленным требованиям.

Рекламационная работа является важным направлением деятельности служб и подразделений ОВД по повышению надёжности СС и проводится с учетом заключенных государственных контрактов.

Гарантийные обязательства — обязательства поставщика или подрядчика перед заказчиком или потребителем обеспечить в течение установленного срока (гарантийного срока) и гарантийной наработки соответствие качества поставляемой продукции установленным требованиям и тактико-техническим характеристикам средств связи; безвозмездно или за плату устранять дефекты, выявленные в этот период, или заменять дефектную продукцию при соблюдении установленных требований к эксплуатации, включая использование, хранение, транспортировку.

В период гарантийной наработки (гарантийного срока) устранение дефектов или замена вышедшей из строя аппаратуры связи

производится безвозмездно за счёт поставщика. Если в технической документации на изделие одновременно оговорены гарантийная наработка и гарантийный срок, то в период гарантийной наработки изделия устранение дефектов осуществляется за счёт поставщика, а в период гарантийного срока — силами поставщика за плату за счёт органа внутренних дел, в котором ремонтируется изделие. При выходе из строя изделия в период гарантийной наработки (или гарантийного срока), если гарантийная наработка и гарантийный срок не оговорены раздельно, составляется *рекламационный акт и акт удовлетворения рекламаций*.

По истечении гарантийной наработки в течение гарантийного срока рекламационный акт не составляется. В этом случае составляется акт удовлетворения рекламаций.

Истечение гарантийного срока (наработки) комплексного изделия не является окончанием гарантийного срока (наработки) на комплектующие изделия, если он превышает гарантийный срок (наработку) основного изделия.

Исчисление срока гарантии изделия начинается с момента поступления его на склад органа внутренних дел, если исчисление срока гарантии не предусмотрено в технической документации на изделие или договором.

Изделия, поступившие в исправной таре, принимаются по качеству и комплектности, как правило, на складе конечного получателя (органа внутренних дел) не позднее 20 дней после поступления на склад.

При обнаружении дефектов в период транспортировки изделия, несоответствия наименования и веса груза или количества мест данным, указанным в транспортном документе, а также во всех случаях, когда это предусмотрено действующими на транспорте правилами, представитель ОВД обязан потребовать от транспортной организации составления коммерческого акта (отметки на товарно-транспортной накладной или составления акта).

При необоснованном отказе транспортной организации в составлении коммерческого акта ОВД обязан обжаловать отказ и произвести приёмку изделий в порядке, предусмотренном Основными условиями поставки продукции для военных организаций.

Проверка качества и комплектности изделий на складе получателя не освобождает поставщика от ответственности за недостатки в

них по качеству и комплектности, которые не могли быть обнаружены при обычной для данного вида изделий проверке и были выявлены в пределах гарантийного срока лишь при подготовке к монтажу, в процессе монтажа, испытания, эксплуатации и хранения изделий.

Извещение о вызове представителя поставщика для проверки качества и комплектности изделия, участия в составлении и подписании рекламационного акта, а также восстановления изделия должно быть направлено поставщику не позднее 24 часов с момента обнаружения неисправности. Порядок направления (передачи) извещения (по почте, телеграфу, телефонограммой) определяет получатель, если иное не предусмотрено договором.

Рекламацию следует считать удовлетворенной, если изделие восстановлено (или заменено), израсходованный на восстановление изделия ЗИП восстановлен и составлен акт удовлетворения рекламации в установленные сроки.

Виды ремонта.

Ремонт — комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности системы связи, восстановлению ресурсов системы или её составных частей. Ремонт подразделяется на *текущий и восстановительный*.

Текущий ремонт может проводиться двумя методами:

- заменой невосстанавливаемого элемента;
- заменой элемента с последующим его восстановлением.

Метод замены невосстанавливаемого элемента применяется в случае отказа таких элементов, как резисторы, конденсаторы, полупроводниковые приборы и т.д.

Метод замены элемента с последующим его восстановлением применяется в случае отказа составных частей аппаратуры (модуль, блок, плата и др.).

Целесообразность проведения *восстановительного* ремонта определяется исходя из экономических затрат на ремонт и плана поставок новой аппаратуры. Проведение восстановительного ремонта должно завершаться освидетельствованием и составлением акта о продлении срока эксплуатации аппаратуры.

Проведение восстановительных ремонтов должно рассматриваться как вынужденная мера, обусловленная необходимостью продления срока эксплуатации оборудования при осложнении оперативной обстановки, ограничении плановых поставок, аварийной

ситуации. В основу ремонта должны быть положены плановые мероприятия, позволяющие в полной мере объединить усилия специалистов связи ОВД и специализированных ремонтных организаций по достижению заданной степени готовности системы связи.

Текущий ремонт стационарных сооружений связи производится немедленно после выявления неисправностей.

Средний ремонт стационарных сооружений связи производится в объёме, предусмотренном дефектной ведомостью, в сроки, установленные начальником подразделения связи. Определение объёма среднего ремонта и составление дефектной ведомости производится не позднее чем за четыре месяца до начала работ.

Объём работ, подлежащий выполнению при капитальном ремонте стационарных сооружений связи, определяется комиссией, назначаемой начальником территориального ОВД, и оформляется актом обследования технического состояния. На основании акта комиссии разрабатываются технические требования на ремонт и представляются в установленном порядке для разработки проектно-сметной документации не позже чем за один год до начала работ.

Приёмка от строительно-монтажных организаций капитально отремонтированных стационарных сооружений связи производится комиссиями в порядке, установленном для приёмки вновь построенных сооружений связи. По окончании капитального ремонта строительно-монтажные организации производят соответствующие записи в паспорте на стационарное сооружение связи и скрепляют их печатью.

Показатели надёжности.

Надёжностью СС называется свойство обеспечивать при заданных условиях эксплуатации передачу информации между абонентами с сохранением во времени параметров системы в пределах, установленных нормативно-технической документацией (НТД).

Надёжность системы связи и её элементов является комплексным свойством и в зависимости от условий эксплуатации и назначения характеризуется *безотказностью, сохраняемостью, ремонтно-пригодностью и долговечностью.*

Аппаратура и оборудование системы связи относятся к восстанавливаемым системам, а первичные элементы — к невозстанавливаемым. СС и её элементы могут находиться в исправном или неисправном состоянии.

Исправность — состояние системы связи и её элементов, при котором они соответствуют всем требованиям, установленным НТД. *Неисправность* — состояние системы связи и её элементов, при котором они не соответствуют хотя бы одному из требований НТД. Неисправность не означает невозможность выполнения системы связи заданных функций.

Работоспособность — состояние, при котором выполняются заданные функции системы связи с сохранением значений основных параметров в пределах, установленных НТД.

Повреждение — событие, заключающееся в нарушении исправности оборудования системы связи при сохранении его работоспособности.

Событие, заключающееся в нарушении работоспособности оборудования системы связи, называется *отказом*.

Отличительный признак или совокупность признаков, согласно которым устанавливается факт возникновения отказа, называется *критерием отказа*. Критерии отказов устанавливаются НТД на конкретный элемент системы связи или параметр системы. Под отказом понимается событие, при котором отклонения нормируемых электрических параметров превышают установленные пределы. Например, под критерием отказа канала передачи системы связи понимается перерыв (снижение) уровня более 18 дБ, продолжительность которого превышает 300 мс.

Отказы системы связи по характеру изменения параметров можно *разделить на внезапные и постепенные*.

Внезапный отказ характеризуется скачкообразным изменением значений одного или нескольких основных параметров оборудования. Внезапный отказ является случайным событием, следствием постепенного накопления неисправностей и повреждений.

Постепенный отказ характеризуется постепенным изменением значений одного или нескольких основных параметров оборудования системы связи.

По возможности использования объекта при возникновении отказа различают:

- *полный отказ* — отказ, после возникновения которого использование объекта (элемента, блока, стойки) по назначению возможно, но значения одного или нескольких основных параметров находятся вне допустимых пределов, т.е. работоспособность системы связи понижена;

- *частичный отказ* — отказ, после возникновения которого оборудование может быть использовано по назначению, но с меньшей эффективностью.

Различают также *очевидный отказ* (обнаруживаемый немедленно после его появления) и *неявный отказ* (не имеющий внешних признаков проявления и который может быть обнаружен только с применением измерительных приборов).

Безотказность — это свойство системы связи и её элементов непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или некоторого времени.

Сохраняемость — свойство сохранять исправное и работоспособное состояние в течение (и после) хранения и (или) транспортирования.

Долговечность — свойство сохранять работоспособность до наступления предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонта, установленными НТД.

Совокупность технических характеристик, количественным образом определяющих свойства объекта, составляющих его надёжность, называется *показателем надёжности*.

К основным показателям надёжности относятся следующие.

Наработка на отказ

$$T_o = \frac{T_k - \left[T_{p.p.} + \sum_{i=1}^n (T_{bi} + T_{Di}) \right]}{n},$$

где T_k — календарное время установленного цикла эксплуатации системы связи; $T_{p.p.}$ — суммарное время проведения регламентных работ в течение установленного цикла эксплуатации; T_{bi} — среднее время восстановления при i -м отказе, состоящее из среднего времени отыскания места повреждения и среднего времени замены отказавшего блока или устранения его повреждения; T_{Di} — среднее время доставки запасного блока соответствующего типа; n — число отказов системы связи в течение установленного цикла эксплуатации T_k .

Время восстановления

$$T_b = \sum_{i=1}^n T_{ni} / \sum_{i=1}^n N_{ni},$$

где T_{ni} — время простоя i -го элемента (например, канала передачи) системы связи; N_{ni} — число простоев i -го элемента (канала).

Работоспособность СС можно характеризовать *коэффициентом готовности*

$$K_T = T_o / (T_o + T_B),$$

где T_o — время наработки на отказ.

Коэффициент простоя:

$$K_{\Pi} = 1 - K_T = T_B / (T_o + T_B).$$

Для оценки готовности СС в практике технической эксплуатации широко используется *коэффициент исправного действия*:

$$K_{\Pi} = (T_K - T_{\Pi}) / T_K,$$

где T_K — календарный цикл эксплуатации, T_{Π} — суммарное время простоя.

Глава 4. Контроль качества услуг в сетях связи

4.1. Контроль качества услуг телефонной сети

Основой для определения качества обслуживания является международная концепция QoS (англ. *Quality of Service* — качество обслуживания). В соответствии с моделью контроля соответствия подход к контролю показателей качества структурно увязан с эталонной моделью OSI. Поэтому одним из основополагающих документов для данной главы является Рекомендация МСЭ-Т X.200, вводящая понятие эталонной модели OSI, и связанный с ней набор рекомендаций серии X.

Для сопоставления методов описания ТКС и сетей, для которых изучены методы контроля показателей качества, напомним, что понятие качества, согласно МСЭ-Т, формулируется как «совокупность показателей, характеризующих удовлетворенность пользователя предоставляемыми ему телекоммуникационными услугами». Здесь удовлетворенность пользователя включает, во-первых, удобство доступа к услуге, что определяется используемым им терминальным оборудованием, и, во-вторых, показатели передающей сети, обеспечивающей базовые требования по скорости, достоверности и гарантированности. Согласно МСЭ-Т E.430 и E.800 качество услуги телекоммуникационной сети можно определить, основываясь на следующем подходе.

Составными частями услуги являются три основные стадии предоставления услуги, качество выполнения которых дает суммарное качество услуги: доступ к передаче данных (организация соединения), передача данных и завершение сеанса передачи (разрушение соединения). Каждая из частей характеризуется тремя основными показателями, к которым относятся:

- *скорость* — скорость установления соединения, скорость передачи данных, скорость разрушения соединения;
- *достоверность* — правильность установления соединения с указанными параметрами, например, с указанным, а не с иным абонентом, верность организации передачи данных, например передача голоса без заметных изменений, правильность разрушения соединения, например отсутствие лишних гудков и коммутации канала по окончании разговора;
- *гарантированность* — гарантированность установления соединения, например даже в том случае, если в сети не хватает ресурсов для передачи пользовательской информации или пропускная способность канала не обеспечивает скорости передачи в 64 кбит/с; гарантированность передачи данных, например, при передаче голоса через сеть с коммутацией пакетов гарантируется сама передача без гарантий на наличие задержек и на качество речи; гарантированность разрушения соединения, например сразу по окончании разговора взимание платы прекращается.

Это определение показателей качества в Рекомендации Е.430 является основой для других рекомендаций МСЭ-Т, описывающих качество услуг для различных типов сетей. Влияние на введенные показатели качества оказывают различные характеристики телекоммуникационной сети и услуги, которые обсуждаются в рекомендации Е.800.

Рекомендация Е.800 определяет общие эксплуатационные показатели услуги посредством совокупности характеристик, которые изображены с использованием логических связей на рис. 4.1.

К ним относятся:

Сервисные характеристики услуги (*serveability*) — способность услуги быть предоставленной пользователю по его запросу и оставаться доступной в течение требуемого времени.

Характеристики доступности услуги (*accessibility*) — способность услуги быть предоставленной пользователю по его запросу.

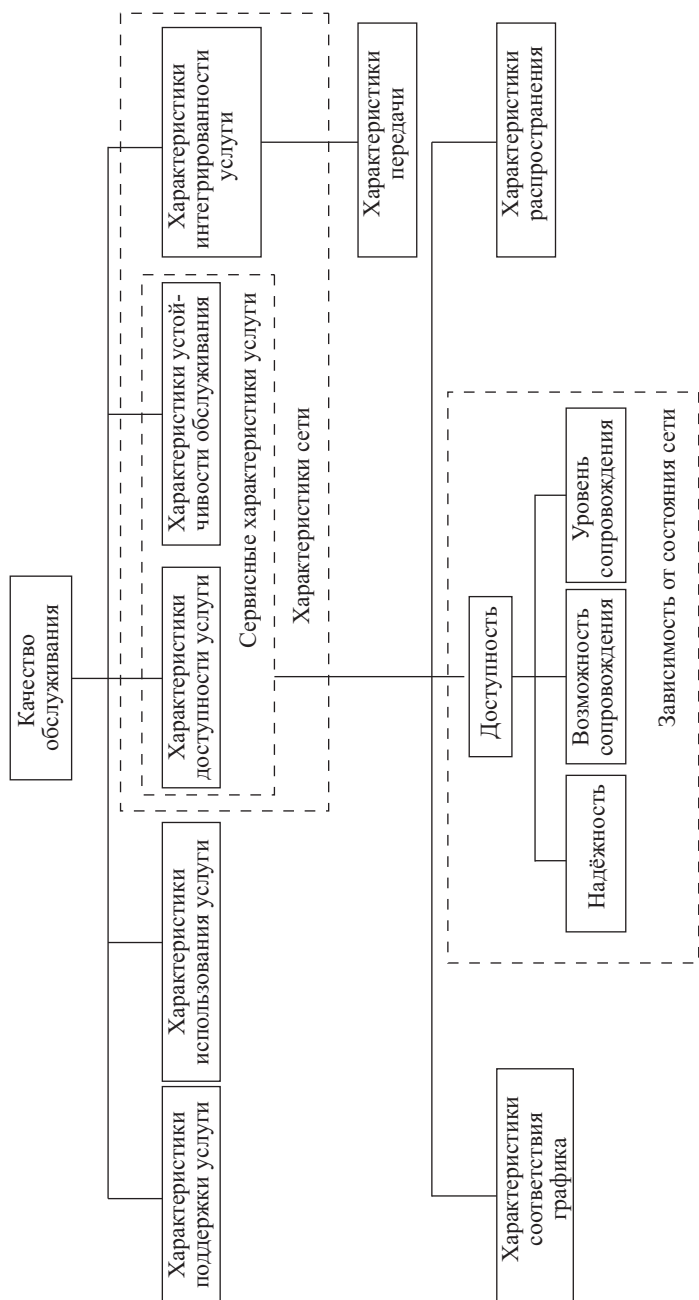


Рис. 4.1. Концепция зависимости характеристик услуги связи

Характеристики устойчивости обслуживания (retainability) — способность услуги (после предоставления пользователю) оставаться доступной в течение требуемого времени.

Характеристики поддержки услуги (support) — возможность организации обеспечить услугу и помогать в ее использовании.

Характеристики использования услуги (operability) — возможности услуги быть легко и успешно управляемой пользователем.

Характеристики интегрированной услуги (integrity) — уровень, на котором услуга предоставляется без чрезмерных ухудшений.

Характеристики передачи (transmission performance) — уровень воспроизведения сигнала, переданного в телекоммуникационную среду.

Характеристики сети (network performance) — возможность сети или участка сети обеспечить функции, относящиеся к взаимодействию пользователей.

Характеристики соответствия трафика (trafficability) — возможность передаваемого элемента соответствовать требованиям по организации трафика определенного размера и другим характеристикам.

Характеристики распространения (propagation) — возможности среды распространения, в которой волна распространяется без искусственного управления, передавать сигнал в пределах данных допусков.

Как видно из данного рисунка, сервисные характеристики услуги определяются характеристиками трафика, распространения сигнала и состоянием сети. Последняя характеристика, которая отражает способность некоторого элемента находиться в состоянии, необходимом для выполнения определенной функции, сочетает в себе характеристики доступности (availability), надежности (reliability), возможности сопровождения (maintainability) и уровня сопровождения (maintenance level).

Уровень доступности определяется путем определения характера поведения. Например, для сетей ISDN решение о том, доступна услуга или не доступна, принимается на основе следующих параметров:

- вероятность ошибочной организации соединения;
- вероятность неуспешного завершения процедуры организации соединения;
- пропускная способность;
- коэффициент остаточной ошибки;

- вероятность проведения процедуры переинициализации (reset);
- вероятность возникновения причин для проведения процедуры переинициализации;
- вероятность возникновения причин преждевременного разрушения соединения в каждом направлении;
- вероятность преждевременного разрушения соединения.

Каждому из параметров устанавливается соответствующий критерий, при несоблюдении которого выносится решение о недоступности услуги.

Услуги телефонной аналоговой сети делятся на основные и дополнительные. Основные услуги местной телефонной сети делятся на 2 группы:

- услуга предоставления местного телефонного соединения;
 - услуга предоставления доступа к местной телефонной сети.
- Дополнительные услуги местной телефонной сети делятся на:
- дополнительные к услуге предоставления местного телефонного соединения;
 - дополнительные к услуге предоставления доступа к местной телефонной сети.

При участии в установлении соединения между двумя абонентами двух или более взаимодействующих сетей (одна сеть присоединена к другой) качество услуг связи оценивается отдельно для каждой сети, участвующей в процессе установления соединения:

- местной сети присоединенной;
- местной сети присоединяющей.

Оценку качества услуг связи следует проводить на основании оценки обобщенных показателей качества услуг, обеспечиваемых сетями, участвующими в процессе установления соединения, на участках от абонентов до места сетевого стыка с взаимодействующей сетью или между сетевыми стыками двух взаимодействующих сетей.

Такую оценку следует также проводить отдельно для каждой сети, участвующей в соединении, на основании оценки обобщенных показателей качества работы сетей и обслуживания пользователей сетями, на участках от абонентов до места межсетевого стыка или между межсетевыми стыками.

Можно выделить следующие основные положения системы контроля показателей качества:

Система контроля показателей качества разрабатывается для каждого оператора связи.

Контроль показателей качества связи осуществляется оператором связи в соответствии с программой качества.

Периодичность контроля показателей качества регламентируется методиками и инструкциями, разработанными в рамках программы качества, действующей на сети операторов связи.

Контроль, учет, анализ и хранение данных показателей качества должен проводиться с использованием современных технологий и программных средств.

Надзор за показателями качества осуществляется надзирающим органом посредством:

- проверки выполнения оператором связи программы качества в целом;
- анализа статистичности по показателям качества, хранящейся в базах данных информационно-измерительной системы качества оператора связи;
- анализа результатов инспекционных выборочных измерений параметров качества.

Определение обобщенных сетевых показателей качества, как уже говорилось, строится на определении частных и обобщенных параметров. Можно назвать следующие параметры, характеризующие линию передачи:

- искажение сигнала, обусловленное неравномерностью группового времени задержки;
- искажение квантования;
- потери при отражениях из-за рассогласования нагрузки;
- оценка громкости в цепи передачи;
- комбинированные потери четырехполосника, помещенного между источником и нагрузкой;
- характеристика эхосигнала;
- затухание эхосигнала, обусловленное неравномерностью группового времени задержки;
- параметры эхоподавляющего устройства;
- искажение сигнала, обусловленное двойным отражением;
- возвратные потери на приемном конце;
- среднее время распространения в одном направлении;
- коэффициент ослабления разомкнутой цепи;

- коэффициент ослабления цепи;
- устойчивый коэффициент ослабления цепи;
- оценка громкости эхосигнала на передающем конце;
- потери в телефонной цепи;
- переходное затухание терминального оборудования, взвешенное переходное затухание терминального оборудования;
- время передачи.

Определение частных параметров услуги телефонной связи можно проводить либо наблюдениями с помощью внешних устройств, либо с помощью имитации трафика. На основе частных параметров можно делать выводы об обобщенных параметрах и об обобщенных сетевых параметрах, из которых Рекомендация E.420 МСЭ-Т выделяет пять основных:

- доступность;
- уровень услуги установления соединения;
- уровень услуги сохранения соединения;
- качество соединения;
- целостность системы оплаты.

4.2. Контроль качества услуг сетей передачи данных

Рекомендация МСЭ-Т X.140 описывает услуги сетевого уровня модели OSI для сетей передачи данных, не выделяя отдельно сети с коммутацией каналов или пакетов или выделенные линии, независимо от внутренней организации сети и используемых протоколов доступа к сети.

Определяемые в X.140 общие для сетей передачи данных (Public Data Network — PDN) параметры независимы ни от приложения, ни от структуры сети, ни от услуги, поскольку характеризуются двумя основными принципами:

- они относятся к эффектам, проявляющимся на сетевых интерфейсах, а не имеющим свое действие внутри сети;
- они определяются на независимых от протокола событиях.

Согласно рекомендации МСЭ-Т X.140 основными параметрами качества обслуживания сетей передачи данных общего пользования PDN (и, в частности, сети X.25) являются:

- задержка доступа;
- вероятность организации неправильного доступа;
- вероятность отказа в доступе;

- задержки передачи информации пользователя;
- скорость передачи информации пользователя;
- вероятность возникновения ошибок в переданной информации пользователя;
- вероятность доставки дополнительной информации пользователя;
- вероятность неправильной доставки информации пользователя;
- вероятность потери информации пользователя;
- задержка разрушения соединения;
- вероятность отказа в разрушении соединения;
- доступность услуги;
- вероятность отказа в передаче информации пользователя;
- время недоступности услуги.

4.3. Контроль качества услуг в сетях с коммутацией каналов

Качество обслуживания в сетях передачи данных с *коммутацией каналов* рассматривается с пяти основных позиций:

- задержки обработки вызова (Рекомендация X.130);
- неисправности из-за перегрузки (блокировки) (Рекомендация X.131);
- неисправности из-за сбоя;
- потери обслуживания;
- производительность передачи (включая пропускную способность), и основывается на объемлющем определении качества, данном в рекомендации X.140.

Блокировкой называется отказ в организации доступа к услуге передачи данных из-за отсутствия ресурсов сети (перегрузок в сети).

Известно, что в сетях связи по экономическим причинам необходимо ограничивать ресурсы, предусмотренные для переноса трафика. Это ограничение может затрагивать качество обслуживания со стороны пользователя услуг сети с коммутацией каналов в двух различных аспектах: задержки обработки вызова и блокирования. Оба этих фактора, являющиеся последствиями ограниченной пропускной способности сети, составляют уровень обслуживания (Grade of Service), являющийся показателем, равным обратной величине вероятности обслуживания поступившего вызова в сети связи. Уровень обслуживания вместе со сбоем, потерей обслуживания и

производительностью передачи составляют качество обслуживания сети с коммутацией каналов.

В Рекомендации X.130 приводятся значения для задержек в сети для двух типов подключения, которые, согласно Рекомендации X.92, определяются следующим образом:

Тип 1: Типичное наземное международное подключение умеренной длины без спутниковых цепей в национальных или международных сегментах (международный сегмент: 1000 км).

Тип 2: Международное подключение на большое расстояние со спутниковой секцией связи в одном национальном сегменте и двух спутниковых секциях связи в международном сегменте (международный сегмент: 160 000 км).

При необходимости значения также определены отдельно для следующих сетевых сегментов:

- начальный национальный сегмент,
- международный сегмент,
- конечный национальный сегмент.

Для представленных далее типов задержек определены допусковые значения, исходя из которых делаются выводы о соответствующем обобщенном сетевом параметре. Задержка установления соединения:

- полная задержка установления соединения;
- задержка запроса на соединение;
- общая задержка в сети после начала установления;
- задержка в сегменте сети после начала установления.
- Задержка разрушения соединения:
- задержка запроса на разрушение соединения;
- задержка разрушения соединения со стороны сети;
- задержка разрушения соединения в сегменте сети со стороны сети;
- задержка подтверждения разрушения соединения.

В Рекомендации X.131 даются определения перегрузки и блокировки, а также приводятся допусковые значения вероятности блокировки, исходя из которых делаются выводы о соответствующем обобщенном сетевом параметре.

4.4. Контроль качества услуг в сетях с коммутацией пакетов

Определение параметров и их значений для описания производительности сети передачи данных общего пользования с коммутацией пакетов дается в Рекомендациях X.134 – X.137.

Рекомендация X.134 делит виртуальное соединение на основные секции, чьи границы связаны с интерфейсами X.25 и X.75. Производительность объединения этих основных сечений может быть оценена с помощью эксплуатационных параметров сети с пакетной коммутацией, определенных в Рекомендациях от X.135 до 137, и методах измерения, определенных в Рекомендациях X.138 и X.139.

Рекомендация X.135 определяет специфические для отдельного протокола параметры и значения скорости для каждой из трех функций передачи данных. Рекомендация X.136 определяет специфические для отдельного протокола параметры и значения точности и гарантированное для каждой из трех функций передачи данных. Определенные параметры называются «первичными» для того, чтобы подчеркнуть их прямое определение из событий уровня пакета.

Чтобы распределять деятельность международных виртуальных соединений, выделяются две специфические группы основных сегментов, для которых будут определяться рабочие характеристики: национальные сегменты и международные сегменты. Каждое международное виртуальное соединение содержит два национальных сегмента и один международный сегмент. Производительность этих трех сегментов может быть объединена для вычисления сквозной производительности виртуального соединения.

Эксплуатационные параметры определены в терминах событий уровня пакетов, которые могут наблюдаться на границах между основными секциями и на границах сегментов. Рекомендация определяет существенные для определения производительности события уровня пакета.

Для сопоставления с другими сетями и законченности описания параметров сети производительность сети с пакетной коммутацией рассматривается в контексте двумерной матрицы производительности 3×3 . В матрице определены три независимые от протокола передачи данных функции: доступ, передача информации пользователя и разъединение. Эти общие функции соответствуют организации соединения, передаче данных и очистке запроса в услугах виртуального канала с пакетной коммутацией, соответствующих Рекомендациям X.25 и X.75. Каждая функция рассматривается относительно трех общих критериев производительности («эксплуатационных показателей»):

скорости, точности и зависимости. Они выражают, соответственно, задержки (или скорость) передачи, степень точности и степень уверенности, с которой функция выполнена.

Связанная модель, построенная на основе двух состояний, обеспечивает основу для описания полной доступности сервиса. Указанная функция доступности сравнивает значения подмножества первичных параметров с соответствующими порогами (порогами чувствительности) выхода из строя для того, чтобы классифицировать обслуживание как «доступное» (нет сервисного выхода из строя) или «недоступное» (выход из строя обслуживания) в течение намеченного времени обслуживания. Стандарт специфицирует функцию доступности и определяет параметры и значения доступности, характеризующие результирующий вероятностный бинарный процесс.

Чтобы связать рабочие характеристики сети с обслуживанием, получаемым в конечных точках в пределах оконечного оборудования (DTE), необходимо рассмотреть следующие элементы.

Технические требования эксплуатационных качеств на границе 3/4 уровня (услуги сетевого уровня OSI) должны включать те процессы в пределах оконечного оборудования (DTE), которые относятся к передаче пакетов от физической линии интерфейса DTE/DCE к границе 3/4 уровня на каждом конце виртуального соединения. Эта обработка может включать элементы, связанные с уровнями 1, 2 и 3 OSI, а также включать передачу через глобальные и/или локальные вычислительные сети.

Технические требования эксплуатационных качеств для пользователя или приложения должны, если требуется, также включить дополнительно те процессы в пределах оконечного оборудования (DTE), которые относятся к передаче информации от границы 3/4 уровня к верхней границе уровня 7 (порога) на каждом конце виртуального соединения. Эта обработка может включать элементы, связанные с уровнями 4, 5, 6 и 7 OSI.

Для охвата этих аспектов должны быть определены дополнительные события, специфические для протокола или для обслуживания, что не входит в рамки стандартизации МСЭ-T, но определения параметров могут адаптироваться при расширении возможностей.

Глава 5. Порядок приемки и ввода в эксплуатацию

5.1. Общие положения

К вводу в эксплуатацию на сети связи принимаются только те образцы аппаратуры, которые имеют обязательное подтверждение соответствия установленным требованиям, согласно п. 1 ст. 41 Федерального закона от 07.07.2003 №126-ФЗ «О связи».

При приемке и вводе в эксплуатацию цифровых систем передачи (ЦСП) осуществляется входной контроль путем измерения их основных параметров, а результаты измерений вносятся в соответствующие паспорта и в базы данных операционных систем программно-технических средств сети управления электросвязи. При этом основные показатели качества функционирования ЦСП должны соответствовать нормам на ввод в эксплуатацию, а характеристики (параметры) — техническим требованиям согласно нормативным правовым актам и правилам применения.

В ЦСП основной объем измерений приходится на период паспортизации тракта при вводе системы передачи в эксплуатацию. Все параметры, вносимые в паспорт, измеряются при вводе в эксплуатацию.

При эксплуатации измерения с прекращением связи проводятся только для ЦСП плезиохронной цифровой иерархии (ПЦИ) старого поколения, в которых отсутствует возможность проверки этих параметров с помощью системы встроенного контроля.

При восстановлении, в ходе ремонтно-настроечных работ (РНР), проводятся измерения параметров, которые выходили за пределы установленных норм в результате неисправности.

Для ЦСП ПЦИ паспорт составляется на ЛП в целом. В паспорт на ЛП входят паспорта на аппаратуру оконечных станций и линейного тракта, а также на сетевые тракты и каналы передачи.

В паспорт на аппаратуру оконечных станций ЦСП ПЦИ вносятся следующие параметры:

- результаты измерения напряжения вторичных источников питания;
- частоты задающих генераторов оборудования группообразования;
- результаты проверки системы контроля и сигнализации;
- результаты проверки системы служебной связи;

- результаты проверки системы телеконтроля и телеуправления;
- результаты проверки системы переключения на резерв (при наличии в составе аппаратуры ЦСП);
- результаты проверки операционной системы и программного обеспечения (при наличии в составе аппаратуры ЦСП);
- результаты проверки устройства синхронизации (при наличии стыка синхронизации).

В паспорт аппаратуры линейного тракта ЦСП ПЦИ на коаксиальном и симметричном кабелях вносятся следующие параметры:

- скорость передачи;
- допуск на скорость передачи;
- код и тип линейного сигнала;
- скорость передачи линейного сигнала;
- результаты измерения амплитуды линейного сигнала на каждом участке регенерации;
- результаты измерения затухания регенерационных участков на полутактовой частоте для линейного и оконечного регенераторов;
- длины регенерационных участков линейного и оконечного регенераторов;
- результаты измерения коэффициента помех от переходных влияний в регенераторах на ближнем и дальнем концах (для ЛТ на симметричном кабеле) на каждом участке регенерации;
- результаты измерения запаса помехоустойчивости регенераторов (для линейного тракта (ЛТ) на коаксиальном кабеле) на каждом участке регенерации;
- результаты измерения допустимых пределов фазового дрожания;
- результаты измерения коэффициента ошибок линейного тракта;
- результаты измерения показателей ошибок и пределов этих показателей для ввода в эксплуатацию и технического обслуживания линейного тракта;
- результаты измерения напряжения вторичных источников питания;
- длина секции дистанционного питания (ДП);
- результаты измерения тока дистанционного питания;

- максимальное и минимальное значения напряжения дистанционного питания (симметрично по отношению к земле);
- разность измеренных напряжений по отношению к земле (асимметрия ДП);
- результаты проверки системы служебной связи;
- результаты проверки системы телеконтроля и телеуправления.

В паспорт аппаратуры линейного тракта волоконно-оптической линии передачи (ВОЛП) вносятся следующие параметры:

- скорость передачи;
- результаты измерения допуска на скорость передачи;
- код и тип линейного сигнала;
- скорость передачи линейного сигнала;
- рабочая длина волны;
- тип излучателя на каждом участке регенерации;
- результаты измерения уровня мощности оптического излучения на передаче на каждом участке регенерации;
- результаты измерения уровня мощности оптического излучения на приеме на каждом участке регенерации;
- результаты измерения уровня чувствительности приемника на каждом участке регенерации;
- длины участков регенерации;
- результаты расчета затухания в волокнах оптического кабеля на участках регенерации;
- результаты измерения допустимых пределов фазового дрожания;
- результаты измерения коэффициента ошибок линейного тракта (для ЦСП старого поколения);
- результаты измерения показателей ошибок и пределов этих показателей для ввода в эксплуатацию и технического обслуживания линейного тракта;
- результаты расчета системного запаса на каждом участке регенерации;
- результаты измерения напряжения вторичных источников питания;
- результаты проверки системы автоматического отключения лазера;
- результаты проверки системы переключения на резерв (при наличии в составе оборудования ЛТ);
- результаты проверки систем служебной связи;

- результаты проверки системы телемеханики.
- В паспорт сетевого тракта ЦСП вносятся следующие параметры: скорость передачи;
- результаты измерения допуска на скорость передачи;
 - результаты измерения допустимых пределов фазового дрожания;
 - результаты измерения показателей ошибок и пределов этих показателей для ввода в эксплуатацию и технического обслуживания сетевого тракта.

5.2. Паспортизация систем связи

Измерения коэффициента ошибок, пределов фазового дрожания, показателей ошибок и пределов этих показателей для ввода в эксплуатацию технического обслуживания линейного или сетевого тракта проводят с закрытием тракта.

При проведении измерений параметров линейных и сетевых трактов используется в качестве испытательного сигнала генератор псевдослучайной последовательности (ПСП) длиной, соответствующей ступени плезиохронной цифровой иерархии.

Продолжительность измерений определяется в каждом конкретном случае, исходя из скорости передачи цифрового сигнала, измеряемого параметра и состояния тракта.

Результат измерения сравнивается с показанием системы встроенного контроля (при наличии в аппаратуре такого контроля).

Допуск на скорость передачи

Измерение допустимого отклонения скорости передачи производится с помощью измерителя коэффициента ошибок, в котором предусмотрена возможность расстройки тактовой частоты, подключаемого к выходу и входу оборудования окончания линейного тракта. На вход линейного тракта подается сигнал от генератора испытательного сигнала измерителя коэффициента ошибок со скоростью, соответствующей ступени плезиохронной цифровой иерархии контролируемого линейного тракта. Генератор включается в режим передачи псевдослучайной последовательности в соответствии с рекомендацией МСЭ-Т О.151. Длина ПСП устанавливается для скорости передачи, соответствующей ступени плезиохронной иерархии. Измеритель коэффициента ошибок включается в режим прямого счета ошибок.

Вводя расстройку тактовой частоты в передаваемую последовательность, фиксируют значение расстройки, при которой появляются ошибки. Допустимые пределы отклонения тактовой частоты должны соответствовать Рекомендации МСЭ-Т G.703 и ГОСТ 26886.

Допускается проведение измерений с одного конца, при этом на дальнем конце необходимо установить шлейф по сетевому стыку, допустимые пределы отклонения оцениваются как для одного направления.

Затухание регенерационных участков на полутактовой частоте для линейного и оконечного регенераторов

На вход кабельной линии подается сигнал от передающей части измерителя затухания кабельных линий (ИЗКЛ), на выходе кабельной линии подключается приемная часть ИЗКЛ.

Уровень мощности оптического излучения на передаче

Измерение уровня оптического излучения на выходе передающих устройств производится с помощью измерителя оптической мощности (ваттметра поглощаемой мощности), подключаемого к выходу передатчиков.

Блокируется автоматическое отключение лазера в оборудовании линейного тракта. Сигнал от генератора испытательной последовательности измерителя коэффициента ошибок подается на вход оборудования линейного тракта.

Измеритель включается для передачи псевдослучайного сигнала. Длина ПСП в генераторе испытательного сигнала устанавливается для скорости передачи, соответствующей ступени плезиохронной иерархии.

Измеряется мощность оптического излучения на оптическом выходе оборудования линейного тракта. Результат измерения сравнивается с показанием системы встроенного контроля (при наличии в аппаратуре такого контроля).

Уровень мощности оптического излучения на приеме

Измерение уровня оптического излучения на входе приемных устройств производится с помощью измерителя оптической мощности (ваттметра поглощаемой мощности), подключаемого к выходу оптического кабеля на приеме.

Блокируется автоматическое отключение лазера в оборудовании линейного тракта на передающей стороне. Сигнал от генера-

тора испытательной последовательности измерителя коэффициента ошибок подается на вход оборудования линейного тракта на стороне передачи.

Измеритель включается для передачи псевдослучайного сигнала. Длина ПСП в генераторе испытательного сигнала устанавливается для скорости передачи, соответствующей ступени плезиохронной иерархии.

Измеряется мощность оптического излучения на выходе оптического кабеля стороны приема. Результат измерения сравнивается с показанием системы встроенного контроля (при наличии в аппаратуре такого контроля).

Уровень чувствительности приемника

Измерение производится с помощью измерительного оптического аттенюатора и измерителя оптической мощности (ваттметра поглощаемой мощности).

На сетевом стыке на вход оборудования линейного тракта подается сигнал от генератора испытательного сигнала измерителя коэффициента ошибок со скоростью, соответствующей ступени плезиохронной цифровой иерархии контролируемого линейного тракта. Генератор включается в режим передачи псевдослучайной последовательности в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т О.151. Длина ПСП устанавливается для скорости передачи, соответствующей ступени плезиохронной иерархии. Вход измерителя ошибок подключается к выходу оборудования линейного тракта. Измеритель коэффициента ошибок включается в режим прямого счета ошибок.

На линейном стыке к оптическим входу и выходу оборудования линейного тракта подключается оптический аттенюатор (шлейф по оптике). На аттенюаторе устанавливается значение затухания, соответствующее паспортному значению перекрываемого затухания оборудования линейного тракта.

Плавно увеличивают затухание аттенюатора до появления ошибок.

С помощью измерителя мощности измеряют уровень мощности на входе приемного устройства оборудования линейного тракта.

Измерение минимального уровня на приеме для ВОСП старого поколения допускается проводить при других значениях коэффициента ошибок в соответствии с документацией на аппаратуру.

Затухание в волокнах оптического кабеля на участках регенерации

Определение затухания в волокнах оптического кабеля участка регенерации производится по результатам измерений уровней мощности на передаче и приеме как разница этих значений, выраженных в дБм.

При этом, по паспортным данным на оборудование линейного тракта и кабель, определяется допустимый коэффициент затухания кабеля.

Измерение затухания в волокнах оптического кабеля при ремонтно-настроечных работах производится с помощью источника оптического излучения и измерителя оптической мощности или с помощью оптического рефлектометра.

Системный запас

Определение величины системного запаса оборудования линейного тракта на участке регенерации с прекращением связи производится по результатам измерений уровня мощности на приеме и уровня чувствительности приемника как разница этих значений, выраженных в дБм.

Величина системного запаса оборудования линейного тракта на участке регенерации без прекращения связи определяется как разница между текущим значением уровня мощности оптического излучения на приеме (измеренный по системе встроенного контроля) и паспортным значением чувствительности приемника, выраженными в дБм.

Проверка оборудования ДП

Стойки оборудования ДП не требуют постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Один раз в год должны провериться по стоечным приборам токи и напряжения на выходах устройств ДП. При необходимости должна производиться их подстройка резисторами для регулировки тока в панелях соответствующих блоков. Эти измерения и регулировки не требуют остановки системы передачи.

Работу защиты и сигнализации устройств ДП и регулировку тока ДП в резервных блоках управления целесообразно проверять при плановых остановках и после аварийных остановок как системы передачи, так и оборудования питания.

При плановой проверке проверяются также платы и блоки ЗИП. При повреждении оборудования ДП осуществляется замена неис-

правных блоков блоками из ЗИП. При установке блока в стойку тумблер включения должен находиться в положении «выключено» и включаться только после установки блока в стойку.

При работах на линии в соответствующем устройстве дистанционного питания должно выключаться первичное питание. В коммутационном поле устройства ДП должен обеспечиваться видимый разрыв цепи ДП путем снятия дужек между розетками «ДП» и «Линия» и заземление линии путем установки дужек между розетками «Линия» и «Земля».

Локализация повреждений в цепи ДП обеспечивается с помощью устройства ДП. Переключение между режимами работы «Локализация» и «Питание» осуществляется элементами управления блока ДП.

Проверка систем телеконтроля, телеуправления и сигнализации

Проверку систем телеконтроля, телеуправления, контроля и сигнализации рекомендуется проводить один раз в три года, а также после проведения РНР. Проверка проводится по методике, изложенной в инструкции по эксплуатации конкретной системы передачи.

Проверка систем телеконтроля, телеуправления и сигнализации при наличии в аппаратуре комплекса программно-технических средств контроля и управления производится совместно с этим комплексом.

Глава 6. Комплектация оборудования систем связи запасными элементами и узлами

6.1. Общие положения

Поддержание в процессе эксплуатации приемлемого уровня надежности системы связи зависит от степени ремонтпригодности ее оборудования. Одним из основных условий ремонтпригодности системы является обеспечение ее оборудования запасными элементами, функциональными узлами, разными принадлежностями, т. е. всем, что принято называть комплексом ЗИП (запасы инструментов и принадлежностей). Комплекты ЗИП должны содержать все необходимые элементы. В противном случае нехватка некоторых из них может привести к увеличению времени восстановления аппаратуры, линейных сооружений или системы в целом. Заметим,

что обеспечение системы связи большим количеством ЗИП экономически невыгодно, так как при этом происходит замораживание в масштабах государства огромных средств, среди которых могут быть и дефицитные элементы и узлы (стоимость излишков может исчисляться миллионами рублей). Поэтому правильное комплектование системы связи ЗИП, оптимизация его количества и стоимости являются важной проблемой.

До последних лет, когда эксплуатировалась полупроводниковая и особенно ламповая аппаратура, эта проблема была не столь острой, так как в такой аппаратуре сменным элементом (а, следовательно, и запасным) был относительно дешевый и надежный электрорадиоэлемент. Процедура формирования комплектов ЗИП базировалась, как правило, на опыте и интуиции разработчиков аппаратуры. Перелом такой концепции проектирования комплектов ЗИП произошел при переходе на аппаратуру в микроэлектронном исполнении, ремонтируемую на месте эксплуатации. Он был обусловлен возросшей стоимостью сменного элемента (ячеек, плат, модулей, блоков и т. д.) при одновременном некотором снижении его надежности.

Основные определения. Различают следующие комплекты ЗИП:

- **одиначный** (ЗИП-О), который придается непосредственно определенному объекту (узлу, аппаратуре) с целью обеспечения его надежности при длительной эксплуатации;
- **групповой** (ЗИП-Г), который придается группе объектов для пополнения одиночных комплектов ЗИП по мере их расходования и обеспечения объектов теми типами элементов, которых нет в номенклатуре одиночных комплектов;
- **ремонтный** (ЗИП-Р), который придается ремонтной бригаде с целью обеспечения его работоспособности.

Условно принято называть отказом ЗИП такое состояние пар «объект — ЗИП», при котором объект эксплуатации полностью или частично потерял работоспособность из-за отказа одного из его элементов, а в ЗИП нет нужного запасного элемента. Из этого определения следует, что отказ ЗИП не обязательно совпадает с отказом выполнить требования на элемент, а лишь с таким отказом о выполнении требования, который ведет к простоя изделия.

В ЗИП некоторое время может отсутствовать какой-либо элемент. Время отсутствия необходимого элемента принято называть

временем восстановления элемента ЗИП. Разработано несколько стратегий пополнения ЗИП запасными элементами:

периодическое — запас элементов периодически, через заранее заданные интервалы времени восстанавливается до начального уровня. Единственным показателем этой стратегии является параметр $T_{\text{пп}}$ — период пополнения запаса;

периодическое с экстренными доставками — помимо планового восстановления предусматривается еще и внеплановое восстановление запаса элементов ЗИП до начального уровня в том случае, когда объект простаивает из-за отсутствия необходимого запасного элемента. Стратегия характеризуется двумя параметрами: $T_{\text{пп}}$ — периодом пополнения запаса элементов и $T_{\text{эд}}$ — средней продолжительностью экстренной доставки элементов;

непрерывное (по уровню запаса $z_{\text{н}}$), при котором для запаса элементов данного типа устанавливается пороговое число $z_{\text{зп}}$ ($z_{\text{зп}} \geq 0$).

$$z_{\text{зп}} \leq z_{\text{н}}/2 - 1,$$

где $z_{\text{н}}$ — начальный уровень запаса. Когда запас элементов данного типа исчерпывается до уровня $z_{\text{зп}}$, посылается заявка на поставку $z_{\text{н}} - z_{\text{зп}}$ элементов. Заявка удовлетворяется через случайное время $t'_{\text{д}}$. Очередная заявка может быть послана только после выполнения предыдущей. Поэтому закон распределения $t'_{\text{д}}$ играет существенную роль.

Стратегия непрерывного пополнения используется при восстановлении запасов только в ЗИП-О. Она характеризуется двумя параметрами: $z_{\text{зп}}$ и $t'_{\text{д}}$ — средней продолжительностью исполнения заявки. Основными источниками пополнения могут быть ЗИП-Г и завод.

6.2. Показатели достаточности ЗИП

Нехватка ЗИП может привести к дополнительным простоям изделия — объекта эксплуатации. Поэтому надежность его должна рассчитываться с учетом комплектации ЗИП. Для этого введены характеристики ЗИП, которые позволяют учесть поправку, вносимую в показатель надежности объекта. Такие характеристики называются **показателями достаточности ЗИП.**

Среди разработанных показателей достаточности для расчета комплектов ЗИП наибольшее применение получили следующие:

Коэффициент готовности ЗИП $K_{г.зип}$, означающий вероятность того, что ЗИП находится в безотказном состоянии,

$$K_{г.зип} = 1 - \bar{T}_{а зип} / (\bar{T}_{а зип} + \bar{T}_{о зип}),$$

где $\bar{T}_{а зип}$ — средняя продолжительность одного отказа ЗИП; $\bar{T}_{о зип}$ — среднее время между отказами ЗИП.

Физический смысл этого показателя — определение доли времени, в течение которого объект простаивает из-за отсутствия запасных элементов, в общем времени эксплуатации объекта. В частности, если ЗИП-О пополняется периодически, то

$$K_{г.зип} = \bar{t}_{пп} (T_{пп}) / T_{пп},$$

где $\bar{t}_{пп}$ — средняя продолжительность безотказного состояния ЗИП в течение одного периода пополнения $T_{пп}$.

Если запасы в ЗИП-О пополняются периодически с экстренными доставками средней продолжительности $\bar{T}_{эд}$, то

$$K_{г.зип} = (\bar{T}_{эд} / T_{пп}) \bar{\omega}(T_{пп}),$$

где $\bar{\omega}(T_{пп})$ — среднее число экстренных доставок элементов за период пополнения $T_{пп}$.

Как показатель достаточности $K_{г.зип}$ чаще используется для оценки ЗИП тех объектов, основным показателем надежности которых служит коэффициент готовности. В этом случае коэффициент готовности объекта ($K_{г.о}$), снабженного ЗИП, равен произведению коэффициента готовности $K_{г.о}$ объекта, снабженного бесконечным количеством ЗИП, и коэффициента готовности ЗИП:

$$K_{г.о} = K_{г.о} K_{г.зип}.$$

Среднее время задержки

$$\Delta \bar{t}_{зип} = \lim T_B / N(T),$$

где T_B — суммарное время, которое заявки, поступившие за время T , прождут из-за нехватки запасных элементов; $N(T)$ — общее число заявок, поступивших за время T .

Предположим, что показатель надежности объекта эксплуатации $H(\bar{t}_о, \bar{t}_р)$ известным образом зависит от $\bar{t}_о$ — среднего времени между отказами элементов объекта и $\bar{t}_р$ — среднего времени ремонта объекта после отказа одного из элементов:

$$\bar{t}_p = \bar{t}_{он} + \bar{t}_{пн} + \bar{t}_3 + \Delta\bar{t}_{зип},$$

где $\bar{t}_{он} + \bar{t}_{пн} + \bar{t}_3 + \bar{t}_{р\infty}$ — среднее время ремонта объекта при наличии запасных элементов (сумма среднего времени обнаружения неисправности, поиска неисправности и замены отказавшего элемента запасным).

Так как величина $\bar{t}_0$ не зависит от ЗИП, то для определения показателя надежности объекта, снабженного конкретным ЗИП, рассчитывается значение $H(\bar{t}_0, \bar{t}_{р\infty} + \Delta\bar{t}_{зип})$ для заданной функции $R(\bar{t}_0, \bar{t}_p)$ в точке $(\bar{t}_{он}, \bar{t}_{р\infty} + \Delta\bar{t}_{зип})$???. Для нахождения ??? складываются средние времена ремонта объекта при неограниченном количестве ЗИП и задержки:

$$\bar{t}_p = \bar{t}_{р\infty} + \Delta\bar{t}_{зип}.$$

Величина задержки используется в качестве показателя $\Delta\bar{t}_{зип}$ достаточности комплектов ЗИП-О, ЗИП-Г и ЗИП-Р.

Расчет комплектов ЗИП. При расчете числа ЗИП требования к его достаточности задаются в виде ограничений на значения показателя достаточности. Так, если показателем достаточности является коэффициент готовности ЗИП, то требование к достаточности ЗИП выражается неравенством

$$K_{г.зип} \geq K_{г.зип}^{тр} = K_{г.о}^{тр} / K_{г\infty},$$

где $K_{г.зип}^{тр}$ — требуемое значение коэффициента готовности объекта; $K_{г\infty}$ — расчетное значение коэффициента готовности объекта при неограниченном количестве ЗИП.

Глава 7. Эксплуатация технических средств связи и аппаратуры ГЛОНАСС

7.1. Общие сведения

Спутниковая система передачи (ССП) — комплекс технических средств, обеспечивающих образование каналов и трактов для передачи различных сообщений с использованием космических станций.

В зависимости от типа системы передачи линейный тракт может быть аналоговым или цифровым. ССП используются в Единой сети электросвязи Российской Федерации в первичной и вторичной сетях для организации междугородных, внутризоновых и местных каналов и трактов.

Задачами развития систем спутниковой связи являются:

- распространение государственных и коммерческих телевизионных и радиопрограмм;
- обеспечение подвижной президентской и правительственной связи, широкополосного доступа в интернет;
- предоставление пакета мультисервисных услуг (цифровое телерадиовещание, телефония, видеоконференцсвязь, передача данных),
- создание сетей связи на основе технологии VSAT¹;
- создание условий для дальнейшего развития рынка отечественного спутникового непосредственного вещания.

В ССП образуются следующие типовые каналы передачи и групповые тракты:

- типовые каналы ОЦК со скоростью 64 кбит/с (в составе групповых цифровых трактов);
- типовые первичные цифровые тракты 2048 кбит/с и цифровые тракты более высокого порядка;
- типовые каналы изображения, предназначенные для организации каналов распределения ТВ-программ;
- типовые каналы звука, предназначенные для организации каналов распределения программ звукового вещания и звукового сопровождения телевидения;
- типовые каналы тональной частоты;
- типовые широкополосные каналы, организованные в ТВ-системах передачи и предназначенные для организации каналов ИГП;
- низкоскоростные каналы передачи телефонии и др.;
- низкоскоростные и высокоскоростные каналы передачи данных.

В существующих ССП могут быть организованы низкоскоростные каналы тональной частоты, предназначенные в основном для передачи телефонной информации или передачи данных со скоростью до 9,6 кбит/с. Низкоскоростные каналы передачи речи организуются также в подвижных спутниковых системах (например, «Глобалстар»), использование которых в ВСС России возможно с разрешения Минсвязи России.

¹ VSAT (Very Small Aperture Terminal) — земная станция с очень малой апертурой.

Аппаратура цифровых систем передачи (ЦСП) на земных станциях (ЗС) должна иметь стандартизованные стыки:

- с цифровыми каналами и трактами первичной сети ВСС по ГОСТ 26886-86 (G.703);
- с цифровой оконечной аппаратурой передачи данных и с сетями передачи данных по RS-232C (V.28)/V.24 (ГОСТ 18145-81); V.35 (рекомендация МСЭ-Т); V.36 (рекомендация МСЭ-Т); X.21 (Рекомендация МСЭ-Т); X.25 (Рекомендация МСЭ-Т) и по другим международным документам, регламентирующим данные стыки.

На различных уровнях (междугородном и международном) к ЕСЭ РФ могут быть присоединены национальные и международные ССП подвижной спутниковой связи (ПСС).

Системы ПСС можно разделить на:

- системы ПСС с удаленными стационарными или перемещающимися (переносными и перевозимыми) абонентскими терминалами различных габаритов и весов;
- системы персональной ПСС (ППСС), обеспечивающие связь как с удаленными стационарными и перемещающимися (переносными и перевозимыми) абонентскими терминалами, так и с абонентскими терминалами типа телефонной трубки.

Отличительными особенностями эксплуатации ЗС сопряжения ПСС (ППСС) является необходимость обслуживания оборудования координирующей станции сети и коммутационного оборудования, входящих в ее состав, для обеспечения функций сетевого управления и обеспечения радиодоступа пользователей к сетям общего пользования ЕСЭ РФ.

Дополнительно, в целях обеспечения сопряжения с пунктом управления (ПУ) правоохранительных органов, а также с общим центром управления сети компании-оператора в состав комплекса оборудования ЗС сопряжения ПСС включается оборудование системы передачи данных (СПД).

В случае работы ЗС сопряжения ПСС (ППСС) через негеостационарные ИСЗ, в целях обеспечения непрерывности обслуживания пользователей, а также одновременной работы через несколько ИСЗ, в состав станционного комплекса оборудования входят несколько антенных систем. В этом случае в автоматическом режиме через определенные интервалы времени осуществляется последовательное

перенацеливание антенных систем с нисходящего на восходящий ИСЗ. В связи с быстрым перемещением негеостационарных ИСЗ наведение антенны ЗС сопряжения быстро меняется по углу места и по азимуту, что предъявляет к антеннам повышенные требования с точки зрения надежной работы их приводов и приводит к необходимости обслуживать антенны более регулярно и через более короткие периоды времени, чем при работе через геостационарные ИСЗ.

7.2. Предприятия и подразделения, осуществляющие эксплуатацию спутниковых линий передачи

Минкомсвязи России осуществляет координацию всех работ по созданию сетей спутниковой связи на территории России и проводит единую техническую политику с точки зрения организации эксплуатации в рамках системы ЕСЭ РФ.

Каждый оператор сети должен иметь лицензию на предоставление услуг электросвязи, в которой определяется вид операторской деятельности и перечень предоставляемых услуг.

Оператор сети, предоставляющей услуги электросвязи с использованием ССП, называется оператором спутниковой сети связи.

Оператор спутниковой сети связи, который в соответствии с лицензией имеет право предоставлять в аренду емкость космических сегментов, является оператором космического сегмента.

Крупнейшим Международным оператором спутниковых сетей и оператором космического сегмента российской орбитальной группировки является ГП «Космическая связь». Кроме того, сейчас появились ряд других операторов спутниковых сетей, которые имеют возможность предоставлять в аренду космический сегмент. Эти операторы являются либо владельцами ИСЗ (ОАО «Газком», «Бонум 1»), либо арендаторами зарубежных спутников (ОАО «Ростелеком», «Телепорт-ТП»).

Крупнейшим междугородным и международным оператором сетей электросвязи общего пользования является ОАО «Ростелеком». Другие организации являются операторами на своей сети (ведомственные, выделенные сети).

Операторы сетей на базе станций типа VSAT, а также малых ЗС с $D_A \leq 3,8$ м, используемых в основном в выделенных сетях, имеют упрощение в перечне необходимых для начала эксплуатации процедур. ГКРЧ выпустило решение от 27 июля 1998 года «О примене-

нии на территории Российской Федерации малых земных станций спутниковой связи с диаметром антенн 3,8 м и менее» об упрощении и удешевлении разрешительных процедур по ввозу на территорию Российской Федерации и вводу в эксплуатацию малых земных станций, а именно:

- не требуется регистрация начала строительства и разрешение органов связнадзора;
- строительство сетей VSAT (станций) производится по типовым проектам или заводским испытаниям и инструкциям;
- регистрация действующих и вновь построенных объектов и выдача разрешения на их эксплуатацию производится при наличии:
 - технического паспорта на оборудование;
 - сертификата соответствия;
 - лицензии на вид деятельности;
 - разрешения на использование радиочастот для эксплуатации РЭС.

Кроме того, имеется решение ГКРЧ от 25.09.2000 о порядке регистрации, контроля и применения ЗС типа VSAT в системе «Экспресс» в т. 53°, 80° и 103° в диапазоне Ku. В решении указаны полосы частот для ЗС VSAT. Если ЗС будет работать в этой полосе, не требуется получения индивидуального решения ГКРЧ на ЗС.

Разрешение на эксплуатацию приемной земной станции не требуется при условии непредъявления претензий на радиопомехи со стороны других РЭС. Кроме того, упрощается процедура международной координации.

Для предоставления услуг по международной связи в состав сети могут включаться спутники связи других стран и международных организаций.

Эксплуатация технических средств связи и сетей должна осуществляться в соответствии с действующими нормами и Правилами технической эксплуатации, установленными Минкомсвязи России.

Операторы спутниковых сетей связи могут организовывать магистральные каналы по заявке ОАО «Ростелеком», при этом используя емкость арендуемого КА или принадлежащего ему КА. Организованные магистральные каналы ОАО «Ростелеком» арендует у соответствующих операторов в соответствии с договором.

Общее руководство технической эксплуатацией и управлением магистральных каналов осуществляется ОАО «Ростелеком» в лице

ГЦУ МС. На спутниковом участке за техническую эксплуатацию отвечают операторы космического сегмента и операторы спутниковой сети, организующие спутниковый магистральный канал.

Предприятия, осуществляющие эксплуатацию в областях и регионах, могут быть разной формы собственности. Они должны иметь лицензию на деятельность по организации спутниковой связи в рамках ЕСЭ РФ. Это могут быть, например, государственные предприятия: филиалы ФГУП ВГТРК — ОРТПЦ, КРТПЦ, ЦРР и ОАО «Электросвязь».

Общее руководство организацией и технической эксплуатацией внутризоновых и местных спутниковых каналов осуществляют на местах перечисленные выше предприятия и организации областей и регионов.

ЗС оперативно подчиняется Центру управления системой спутниковой связи, в состав которой входит данная станция, и выполняет его распоряжения по оперативному управлению. В части использования космического сегмента ЗС оперативно подчиняется контрольной станции (КС) оператора космического сегмента.

Значительное развитие в России получили ведомственные сети спутниковой связи — это сети министерств или иных органов исполнительной власти, создаваемых для удовлетворения производственных и иных специальных нужд, имеющие выход на сети общего пользования.

Кроме того, организуются выделенные сети спутниковой связи, не имеющие выхода на сети общего пользования. Однако у таких сетей часто возникает необходимость выхода в сеть общего пользования.

В этом случае порядок присоединения таких сетей, как и ведомственных, к сетям общего пользования регламентируется «Положением о порядке присоединения сетей электросвязи к сетям электросвязи общего пользования и порядке регулирования пропуска телефонного трафика по сетям электросвязи общего пользования Российской Федерации».

7.3. Взаимодействие технических служб при организации эксплуатации спутниковых каналов связи

Общее оперативное руководство на спутниковом участке линии связи осуществляет оператор спутниковой связи по вопросу безребойной работы этого участка.

Постоянную или временную организацию работы трактов на спутниковом участке линии связи осуществляют земные станции.

О проведении срочных ремонтно-восстановительных работ, обусловленных предаварийным состоянием объектов спутниковой связи (оборудование ЗС, ИСЗ) и требующих технического перерыва в работе спутниковых трактов и каналов, оператор сообщает всем заинтересованным организациям не менее чем за 2 часа до начала этих работ.

Все изменения в проведении плановых и внеплановых ремонтно-восстановительных работ на спутниковых участках оператор спутниковой связи согласовывает с заинтересованными организациями не менее чем за 5 суток (исключая выходные и праздничные дни) до начала этих работ.

7.4. Организация технической эксплуатации спутниковых каналов связи

Передача-прием информации обеспечивается с помощью аппаратуры, использующей принципы МДЧР (многостанционный доступ с частотным разделением) цифровых или аналоговых несущих (в отдельных случаях применяется МДВР (многостанционный доступ с временным разделением)).

Земные станции по требованию КС осуществляют выборочный контроль цифровых несущих, производят необходимые измерения и регулировки параметров для приведения их к установленным нормам.

В период технической эксплуатации измерения параметров проводятся при локализации неисправности или при исследованиях с целью поиска путей повышения качественных показателей и надежности спутниковых каналов.

Организация работы каналов связи на спутниковой линии

В организации каналов связи, осуществляемых по принципу частотного разделения каналов (МДЧР), участвуют:

- земные станции;
- контрольные станции;
- дежурная станция.

При организации цифровых каналов и трактов контрольная станция выполняет следующие функции:

- устанавливает несущие земных станций для проведения измерений. При появлении посторонних несущих контрольная станция принимает меры по установлению источника их из-

лучения, привлекая для этого всех операторов, работающих через данный ИСЗ;

- контролирует и обеспечивает соблюдение земными станциями частотного плана (при отклонении частоты несущей земной станции или изменении занимаемой полосы контрольная станция принимает меры для восстановления этих параметров, взаимодействуя по каналам служебной связи с земными станциями и операторами связи. При появлении посторонних несущих контрольная станция осуществляет их подавление имеющимися для этого средствами);
- контролирует излучаемую мощность отдельных несущих земными станциями (отклонение излучаемой мощности земных станций регистрируется контрольной станцией по измерениям отношения сигнал / шум и ЭИИМ земной станции);
- обеспечивает непрерывное излучение пилот - сигнала для наведения ЗС на спутник;
- назначает дежурную станцию.

Дежурная станция выполняет функции КС по излучению пилот-сигнала в случае его пропадания. Выключение проводится по согласованию с КС или автоматически, если это предусмотрено схемой резервирования. О переходе с одного режима на другой КС циркулярно извещает все ЗС.

Земная станция:

- устанавливает служебную связь с КС;
- под руководством КС устанавливает мощность и частоту несущей каналов для проведения измерений и эксплуатации каналов связи;
- проводит измерение каналов связи с корреспондирующей ЗС;
- контролирует работу оборудования ЗС и обеспечивает заданные режимы излучения сигналов;
- немедленно информирует КС о замеченных перерывах в работе земных станций и космического сегмента;
- выполняет указания КС по устранению неисправностей в работе оборудования.

Порядок определения неисправности спутникового цифрового канала и тракта

При определении неисправности спутниковых цифровых каналов ЗС выполняет функцию вспомогательной станции. При этом

каждая ЗС по данному случаю является ответственной в определении неисправности.

После получения информации о повреждении обе земные станции приступают к проверке своего оборудования. При определении места неисправности на ЗС персонал этой станции извещает корреспондирующую ЗС с указанием тех мероприятий, которые уже проводятся.

Если аппаратура земных станций работает нормально, обе земные станции обращаются к контрольной станции с просьбой оказания помощи в поиске неисправности.

Контрольная станция оказывает помощь в поиске неисправного участка, а если неисправность оказывается на космическом сегменте, информирует об этом земные станции и принимает меры по восстановлению работы спутникового ствола.

Контроль работы спутникового ствола в системе МДЧР

Контроль работы спутникового ствола в системе МДЧР осуществляет контрольная станция. При этом осуществляется контроль следующих параметров:

- - уровня и частоты пилот-сигнала;
- - отношения сигнал / шум;
- - наличия и уровня помех на выходе ретранслятора;
- - наличия неопознанных несущих на выходе ретранслятора;
- - выборочный контроль частоты отдельных несущих;
- - отношения несущая / шум в шумовой полосе демодулятора (по заявке ЗС).

Порядок вхождения земных станций в связь после их остановки в системе МДЧР

Перед включением сигнала на вход спутника земная станция отводит антенну от геостационарной орбиты и/или производит установку параметров несущих на эквивалент передающей антенны.

Устанавливается номинальная частота каждой несущей в соответствии с выделенными частотными позициями.

Устанавливается ЭИИМ (эквивалентная изотропно — излучаемая мощность) каждой несущей на 10 дБ ниже номинального значения.

ЭИИМ каналов служебной связи устанавливается соответствующей номинальному значению.

Проверяется спектр на выходе передатчика ЗС на отсутствие посторонних несущих или других мешающих сигналов. После этого несущие каналы выключаются.

Антенна земной станции устанавливается на спутник, и включается канал служебной связи с контрольной станцией.

ЗС докладывает контрольной станции об окончании профилактических или ремонтных работ.

КС должна убедиться в том, что антенна земной станции достаточно точно установлена на спутник.

По указанию КС земная станция включает несущие каналов уровнем на 10 дБ ниже номинального значения.

КС проверяет соответствие несущих частотному расписанию и указывает необходимое увеличение ЭИИМ каждой несущей.

Если при проверке выявляется несоответствие отдельных параметров ЗС с нормами, что приводит к ухудшению работы системы, КС дает указание ЗС снять мощность и устранить неисправность. После устранения неисправности процедура вхождения ЗС в связь повторяется.

Аппаратура предоставления каналов по требованию и методы ее проверки

В первичной сети ЕСЭ РФ в основном используются закрепленные каналы. В случае задействования в первичной сети ССП появляется возможность с помощью аппаратуры предоставления каналов по требованию (ПКТ) создавать сети с незакрепленными каналами по принципу «каждый с каждым». Наиболее целесообразно создавать такие сети там, где в сети имеется большое количество ЗС с малым трафиком.

В отличие от системы с закрепленными каналами система ПКТ позволяет:

- в максимальной степени экономично использовать выделенный ресурс пропускной способности РТР;
- обеспечить организацию связи по принципу «каждый с каждым» как внутри зоны, так и между различными зонами за один спутниковый «скачок»;
- обеспечить выполнение функций транзитного коммутационного узла в сети, наложенной на наземную сеть, и за счет этого разгрузить наземные АМТС от транзитных потоков.

В сети СВР при использовании ПКТ в спутниковом тракте организуются низкоскоростные цифровые каналы (9,6 – 32 кбит/с), но для подачи информации на АТС зонной сети используются каналы ТЧ, получаемые путем аналого-цифрового преобразования.

Поэтому методы проверки каналов, организованных с применением аппаратуры ПКТ, заключаются:

- в проверке каналов ТЧ на соответствие требованиям «Временных требований на каналы ТЧ», разработанным НПО «Кросна»;
- в проверке прохождения сигнализации и организации связи между абонентами через каналы, предоставляемые по требованию.

7.5. Оперативно-техническое обслуживание спутниковых линий

Оперативно-техническое обслуживание спутниковых линий имеет целью:

- поддержание параметров сооружений, оборудования и аппаратуры спутниковой линии в пределах установленных норм и соблюдение установленных режимов их эксплуатации;
- поддержание электрических параметров (характеристик) спутниковых каналов.

Оперативно-техническое обслуживание осуществляется контрольно-корректирующим (текущее оперативно-техническое обслуживание) и планово-профилактическим методами. По мере совершенствования аппаратуры и оборудования ЗС, повышения их надежности, стабильности электрических характеристик объем планово-профилактических работ будет сокращаться.

При оснащении ЗС необходимыми современными средствами контроля и методами измерений приоритет получает контрольно-корректирующий метод обслуживания оборудования и аппаратуры, включающий в себя:

- постоянное наблюдение за режимом работы аппаратуры и оборудования, их основными параметрами с помощью измерительных приборов, индикаторов и сигнальных устройств, а также автоматизированных систем контроля, устанавливаемых на контрольных ЗС;
- выявление и своевременное устранение дефектов аппаратуры и оборудования, которые могут привести к нарушению нормального режима его работы;
- своевременное принятие мер по приведению какого-либо из механических и электрических параметров аппаратуры и оборудования к норме при его ухудшении;

- немедленное принятие мер по восстановлению нормальной работы аппаратуры и оборудования при возникновении его повреждений.

Текущее обслуживание подразумевает непосредственные повседневные работы на аппаратуре и каналах связи.

Текущее оперативно-техническое обслуживание цифровых потоков предполагает постоянный контроль уровней, соотношений сигнал/шум несущих, достоверности цифровых потоков с помощью контрольно-измерительного оборудования.

7.6. Техническое обслуживание оборудования земных станций

Техническое обслуживание предполагает проведение следующих мероприятий:

- текущее обслуживание;
- профилактические осмотры и работы;
- текущий ремонт и регулировочные работы;
- капитальный ремонт.

Текущее обслуживание подразумевает непосредственные повседневные работы на аппаратуре и каналах связи.

Текущее обслуживание включает в себя:

- включение и выключение аппаратуры;
- установку режимов работы;
- оперативное управление элементами аппаратуры;
- визуальный и/или акустический контроль состояния каналов, а также контроль с использованием автоматизированных систем контроля.

Профилактические осмотры включают:

- проверку основного и резервного оборудования ЗС перед началом сеансов связи;
- периодические измерения основных характеристик оборудования по встроенным приборам;
- периодические электрические измерения качественных показателей стволов и каналов.

Профилактические работы на оборудовании ЗС проводятся по годовому плану-графику, утвержденному главным инженером предприятия.

Перед началом профилактики на ЗС производится координация запланированных работ:

- согласование времени отключений или переключений силового оборудования (чистка или замена фидерных автоматов, вводных или секционных автоматов, подключение новых линий электропитания, замена или ремонт трансформаторов, установка устройств гарантированного электропитания и т.д.) и работ на радиотехническом комплексе.

За 5 дней до начала очередных профилактических работ проводятся следующие подготовительные работы:

- составляется план, включающий в себя работы, подлежащие выполнению, в соответствии с годовым планом-графиком, в котором указано время выполнения каждой работы;
- подготавливаются необходимые материалы, инструменты, измерительная аппаратура.

Во время полной остановки земной станции для работ на антенных системах оформляется наряд на производство работ в соответствии с ПТБ. При производстве работ на электро- или радиотехническом оборудовании оформляется наряд или план-задание.

7.7. Контроль организации технической эксплуатации земных станций

Контроль организации технической эксплуатации ЗС является одной из важнейших задач эксплуатационных предприятий и подразделений.

Комиссии по проверке эксплуатационно-технической деятельности предприятий и подразделений назначаются приказом начальника проверяющего предприятия.

Проверки подчиненных предприятий и подразделений предусматриваются годовыми планами работ проверяющего предприятия.

По результатам проверки комиссия составляет акт, на основании которого проверенное предприятие составляет план мероприятий и работ, подлежащих выполнению в установленные сроки. Акт и перечень мероприятий и работ утверждаются начальником проверяющего предприятия.

Проверка выполнения мероприятий и работ, указанных в акте проверки, производится соответствующими службами и отделами проверяющего предприятия в соответствии со сроками работ, установленными в акте. Общий контроль осуществляет служба эксплуатации вышестоящей организации.

Состояние и организация технической эксплуатации ЗС проверяются в соответствии с программой проверки, приведенной ниже.

Программа проверки.

1. Техническая документация ЗС.

1.1. Наличие схемы организации действующих на данной ЗС каналов.

1.2. Наличие частотных планов спутниковых стволов.

1.3. Наличие правил технической эксплуатации, инструкций, положений, знание их техническим персоналом.

1.4. Проверка состояния технической и оперативно-технической документации.

1.5. Знание техническим персоналом обслуживаемой аппаратуры и сооружений.

2. Содержание оборудования и аппаратуры.

2.1. Закрепление аппаратуры за техническим персоналом.

2.2. Наличие технических паспортов на ЗС и станционное оборудование.

2.3. Наличие ЗИП.

3. Содержание стволов, каналов и трактов.

3.1. Наличие электрических паспортов и протоколов измерений действующих на ЗС каналов.

3.2. Организация профилактических работ.

4. Состояние антенно-волноводных трактов и мачтовых сооружений.

4.1. Состояние защитных поверхностей антенн, рупорных облучателей и волноводных трактов (проверяется по необходимости).

4.2. Наличие у технического персонала допуска для работы на высоте.

4.3. Соблюдение правил подъема на высоту.

5. Служебная связь.

5.1. Организация служебных связей.

5.2. Средства аварийной радиосвязи.

6. Охранная сигнализация и противопожарное состояние.

6.1. Наличие кодового замка на входных дверях в техническом здании и сигнализации вызова дежурного.

6.2. Наличие тревожной, противопожарной и охранной сигнализаций в помещениях технического здания.

6.3. Оснащенность станции противопожарными средствами.

7.8. Эксплуатация аппаратуры ГЛОНАСС.

Терминалы мобильные

Терминал мобильный (ТМ) устанавливается на транспортное средство (ТС) и обеспечивает автоматическое определение координат по спутниковым навигационным радиосигналам, передачу в центр мониторинга координатной и служебной информации о состоянии его датчиков, формализованных сообщений. В случае необходимости ТМ обеспечивает голосовую связь с центром мониторинга, прием сигналов управления из центра мониторинга и их обработку исполнительными устройствами ТС.

Возможны два варианта архитектуры ТМ: модульный (к центральному контроллеру подсоединяются выносной навигационный приёмник, радиомодем, антенны, исполнительные устройства, питание) и «всё в одном» (центральный контроллер, навигационный приёмник, радиомодем интегрированы в один корпус). Первый вариант несколько дешевле, второй надёжнее и экономичнее по энергопотреблению. Также широкое распространение получили модульные терминалы мобильные, изготовленные по стандарту 1 DIN, крепление которых осуществляется в нише для размещения автомагнитолы на приборной панели транспортного средства.

В общем виде функциональная схема ТМ представлена на рис. 7.1, а внешний вид различных моделей ТМ изображен на рис. 7.2.

Антенна навигационного приемника осуществляет прием электромагнитных сигналов, передаваемых навигационными спутниками. Навигационный приемник обеспечивает обработку поступающих радиосигналов. Общие параметры навигационного оборудования, такие как точность, время захвата сигнала, потребляемая мощность и др., зависят, прежде всего, от качества используемого приемника.

Полученные с выхода навигационного приемника координаты, скорость, время передаются в центральный контроллер, задачей которого является обработка этой информации и сохранение ее в перезаписываемой памяти.

Как правило, центральный контроллер управляет работой всех устройств, входящих в состав ТМ. В необходимые моменты времени он может выдавать команду на модем мобильной связи для передачи координатно-временной информации и информации о состоянии датчиков в центр мониторинга. Центральный контроллер является «сердцем» всего ТМ, и от него зависит количество дополнительных функций, реализуемых системой.

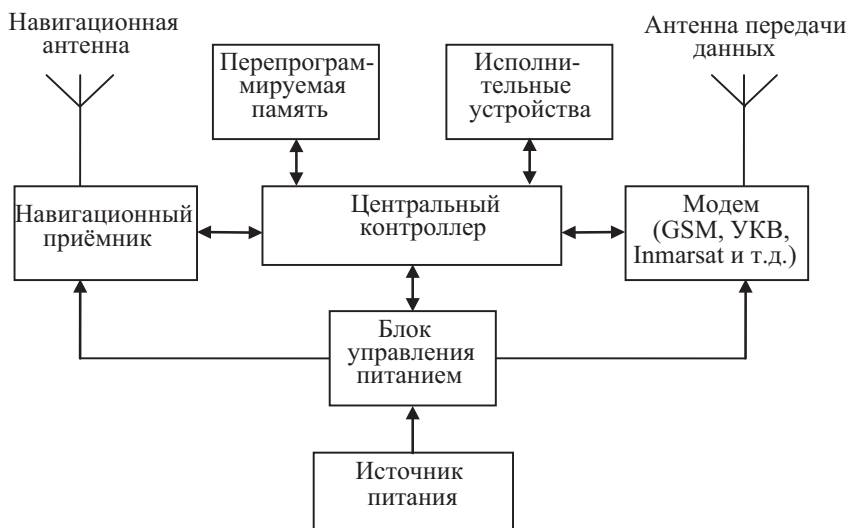


Рис.7.1. Функциональная схема ТМ

Перепрограммируемая память предназначена для сохранения координатно-временной информации, информации от различных датчиков, информации о состоянии электропитания, о наличии приёма навигационных сигналов и сигналов из центра мониторинга. Иными словами, перепрограммируемая память выполняет функции «черного ящика». Основной характеристикой памяти является её емкость. Чем она больше, тем больше событий мобильный терминал может сохранить в своем «черном ящике». Роль датчиков могут выполнять концевые выключатели, установленные на дверях, капоте или багажнике транспортного средства, объёмные охранные извещатели, датчики уровня топлива, температурные датчики, датчики давления и т.д. Исполнительными устройствами могут быть электромеханические замки дверей, электромеханические клапаны, блокирующие топливную систему транспортного средства, габаритные огни, сирена и т. д.

Передача телеметрической информации в центр мониторинга может осуществляться различными способами: по каналу радиосвязи, по голосовому, SMS или GPRS-каналу сети мобильной связи (обычно стандарта GSM) или с использованием системы спутниковой связи. Как правило, ТМ подключается к аккумулятору транспортного средства, но возможно использование резервного или



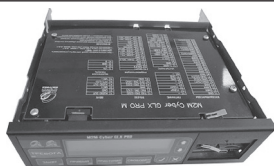
«Навик Про» системы «Радиома Трафик»
(отображает на дисплее координаты местоположения и текстовые сообщения)



«Титан-10» системы «Алмаз»



«А3-М2 ГЛОНАСС» системы
«Аркан»



«Cyber GLX PRO M» и «Арко-TM1» системы «Сталкер»

Рис. 7.2. Внешний вид терминалов мобильных

автономного питания. Организация дополнительного питания позволяет работать оборудованию независимо от основного аккумулятора, что существенно увеличивает ее надежность. Блок управления питанием отслеживает уровень зарядки основного и резервного аккумулятора, обеспечивает автоматическую подзарядку резервного аккумулятора при падении ниже установленного порога, в случае пропадания основного питания ТМ переключает питание на резервный аккумулятор. Все эти события передаются на центральный контроллер, который в свою очередь транслирует их на модем. Таким образом, вся информация об изменении состояния питания бортового оборудования попадает в центр мониторинга.

Техническое обслуживание ТМ производится с целью обеспечения работоспособности в течение всего срока эксплуатации. Обслуживание ТМ, находящегося в эксплуатации, включает контрольный осмотр.

Порядок технического обслуживания

Контрольный осмотр проводится обслуживающим персоналом при подготовке к использованию и после использования. Трудоемкость проведения контрольного осмотра — 0,1 чел.-час.

Объем проверок при проведении контрольного осмотра приведен в табл. 7.1.

Все неисправности, выявленные при проведении контрольного осмотра, должны быть устранены.

Таблица 7.1

Содержание работ при контрольном осмотре	Метод выполнения работ
Внешний осмотр ТМ	Проверить отсутствие внешних механических повреждений корпуса, дисплея и кнопок, влияющих на работоспособность ТМ
Тестовая проверка работоспособности ТМ	Проверить работоспособность ТМ: – установить ТМ на открытой площадке, в зоне уверенного приема сигналов ГЛОНАСС; – нажать кнопку <i>Вкл/Выкл</i> на ТМ. ТМ автоматически перейдет в режим начального тестирования; – в случае нормального завершения начальных тестов ТМ переходит в режим определения координат и выдачи данных о местоположении на дисплей ТМ (с запрограммированной цикличностью); – после 2 минут работы ТМ запросить у оператора ЦМ подтверждение о приеме данных; – ТМ работоспособен, если от оператора ЦМ получено подтверждение о получении навигационных данных от ТМ. В случае отсутствия индикации координат на дисплее ТМ в соответствующем формуляре или нет подтверждения от оператора ЦМ о получении данных от ТМ, необходимо выключить ТМ и не менее чем через 2 минуты провести повторную проверку работоспособности ТМ. Если после повторной проверки работоспособность ТМ не подтверждена, отправить ТМ в ремонт.

7.9. Эксплуатация подвижного узла связи

Подвижный узел связи (ПУС) на базе шасси автомобиля повышенной проходимости должен быть предназначен для применения непосредственно в местах развертывания специальных мероприятий и операций, при обеспечении реальных оперативно-профилактических мероприятий в удаленных и труднодоступных зонах горно-лесистой местности. Такой ПУС предназначен для обеспечения устойчивой связи оперативных штабов и групп оперативного реагирования при проведении плановых учений оперативных штабов НАК, оперативных совещаний, обеспечения общественного порядка и безопасности при проведении спортивно-массовых мероприятий, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций.

ПУС обеспечивает:

- оперативное развертывание радиосайта (базовой станции) сети цифровой транкинговой связи стандарта APCO 25 (далее — БС ТС);
- оперативное развертывание радиосайта сети широкополосного беспроводного доступа;
- организацию радиотелефонной связи и обмен информацией в сетях КВ и УКВ радиосвязи с подразделениями Министерства внутренних дел Российской Федерации (далее — МВД России);
- организацию видеоконференцсвязи при оперативном управлении подразделениями МВД России в ходе проведения специальных мероприятий в не оборудованных в отношении связи районах;
- обмен данными в интегрированной мультисервисной телекоммуникационной системе (далее — ИМТС) МВД России;
- привязку оборудования связи ПУС2011 к ИМТС МВД России через каналы спутниковой, радиорелейной, проводной и беспроводной связи;
- комфортные условия для жизнедеятельности, работы и отдыха расчета;
- выдвигание в назначенный район в составе колонны;
- выдвигание в назначенный район в одиночном порядке.

Основной режим работы изделия — на стоянке (круглосуточный).

Вспомогательный режим работы изделия — в движении (режим ограниченного функционирования средств связи и оборудования жизнеобеспечения).

Оперативно-технические задачи ПУС МВД

На ПУС МВД могут возлагаться следующие задачи:

а) организация оперативной связи с пунктом управления вышестоящей инстанции при развертывании изделия ПУС МВД с использованием средств декаметровый радиосвязи (с выходом на ведомственную телефонную сеть МВД России);

б) организация связи с пунктом управления вышестоящей инстанции, используя:

- спутниковые каналы связи системы VSAT, закрытые шифровальным оборудованием VipNet;
- каналы связи ведомственной сети МВД России непосредственно;
- интернет-канал оператора связи;
- внутренний канал оператора связи (например: Ростелеком, Транстелеком или другие операторы связи, работающие с МВД) с использованием проводной (DSL) и (или) радиолинии (WiMax);
- сети сотовой связи GSM;

в) организация УКВ радиосвязи с формированиями МВД и другими ФОВ на стоянке и в движении, а также связи в сетях операторов GSM;

г) организация радиосвязи стандарта APCO 25;

д) организация телефонной связи с использованием проводных сетей связи с ручной и автоматической коммутацией (ЦБ, МБ, IP), беспроводных сетей телефонной связи (IP) с выходом в ведомственную телефонную сеть МВД и ССОП;

е) организация передачи данных в ЛВС с возможностью выхода в сеть «Инtranет» МВД и глобальную сеть «Интернет»;

ж) организация аудио- и видеоконференцсвязи.

Изделие ПУС МВД может быть выполнено на автомобильном базовом шасси КАМАЗ 43118-10 с кузовом-фургоном, иметь рабочие места для операторов внутри кузова и обеспечивать организацию работы с выносных рабочих мест по проводным и беспроводным линиям связи.

Основные технические характеристики изделия ПУС МВД приведены в табл. 7.2.

Таблица 7.2. Основные технические характеристики изделия ПУС МВД

Наименование параметра	Значение
Расчет, человек	5
Полная масса изделия ПУС МВД–01 (включая расчет и топливные баки), кг, не более	15200
Распределение массы изделия на переднюю ось, кг	5125
Распределение массы изделия на заднюю ось, кг	10075
Основные габаритные размеры, мм	
– длина	9110
– ширина	2520
– высота:	
по кузову–фургону	3210
по антенне VSAT	3790
Наибольшая скорость при движении, км/ч, не более	
– по дорогам с твердым покрытием	85
– по грунтовым дорогам	60
– по пересеченной местности	20
Запас хода по топливу, км, не менее	500
Марка применяемого топлива	дизельное топливо
Освещенность рабочего места, лк, не менее	100
Температура воздуха внутри кузова при наружной температуре воздуха минус 40 (после работы отопителя в течение 30 мин), не менее, °С	+15°С

Состав ПУС МВД

Изделие ПУС МВД представляет собой специальный автомобиль на базе шасси КАМАЗ-43118-10 с установленным на нем кузовом-фургоном. Салон кузова-фургона должен быть разделен на отсеки (отсек связи, оперативный отсек, грузовой отсек), в которых (и дополнительно в кабине водителя) для выполнения основного назначения изделия ПУС МВД размещен комплекс оборудования связи, состоящий из нескольких подсистем, образующих единую систему связи и управления ПУС МВД:

- подсистема телефонной связи и ПД;
- средства аудио- и видеоконференцсвязи;
- подсистема радиосвязи;
- средства спутниковой и сотовой связи;
- средства беспроводного доступа (Wi-Fi и 3G);
- подсистема привязки к узлам операторов связи.

Оборудование связи, устанавливаемое в изделии ПУС МВД, должно обеспечивать:

а) следующие режимы и виды работы:

- телефонная связь с автоматической и ручной коммутацией в ЦССИУ МЧС России и в ЕСЭ РФ;
- факсимильная связь;
- аудио- и видеоконференцсвязь;
- передача данных в сетях «Инtranет» и «Интернет»;
- коммутацию в автоматическом (через префикс) и ручном режимах (путем коммутации на телефонном аппарате) абонентов на каналы связи и соединительные линии;

б) работу следующих средств:

- организацию УКВ радиосети в диапазоне (136 – 174) МГц;
- работу радиосетях и радионаправлениях стандарта APCO 25;
- коммутацию радиоканалов и телефонии;
- выход с указанных выше УКВ и КВ радиосетей на УАТС;
- работу в сетях операторов сотовой связи;
- работу в спутниковых системах VSAT;
- возможность привязки к узлам связи ЕСЭ РФ и узлам связи ведомственных сетей;
- возможность проведения сеансов аудиоконференцсвязи;
- возможность проведения сеансов видеоконференцсвязи;
- выход в глобальную сеть «Интернет»;
- выход в сеть «Инtranет»;
- возможность работы комплекта бортового навигационно-связного оборудования;
- работу системы внешней громкоговорящей связи оповещения;
- функционирование телевизионного оборудования, обеспечивающего.

На рис. 7.3 представлена схема системы связи всего комплекса, показывающая место и топологию соединений ПУС МВД.

Организация внешних каналов и линий связи привязки изделия ПУС МВД к узлу связи ССОП

Для передачи каналов, принимаемых на узле привязки с регионального узла связи, возможна организация линий связи различного вида: Ethernet, HDSL, ШРД.

Подключение разворачиваемого в полевом районе изделия ПУС МВД к ближайшему узлу связи ССОП (Минкомсвязи России либо

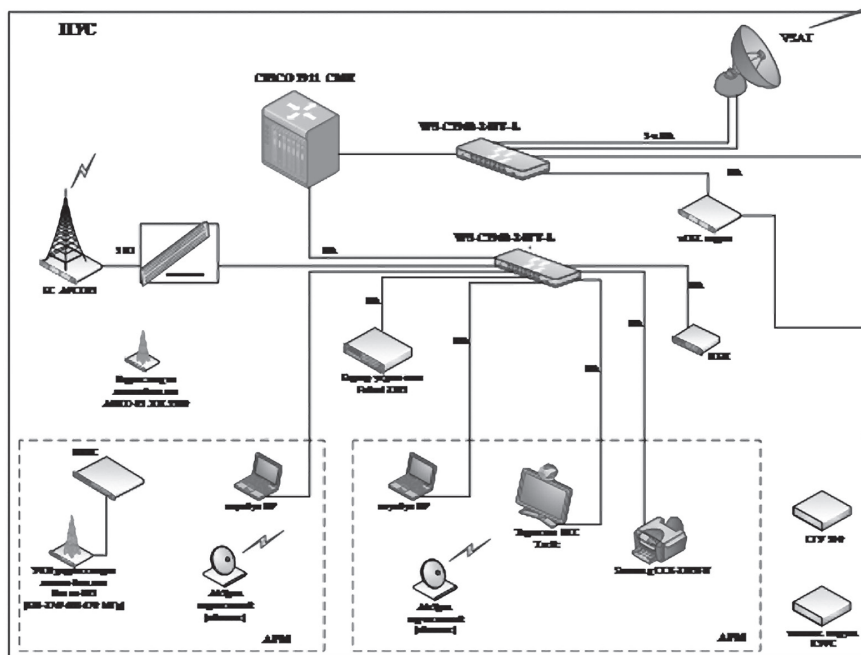
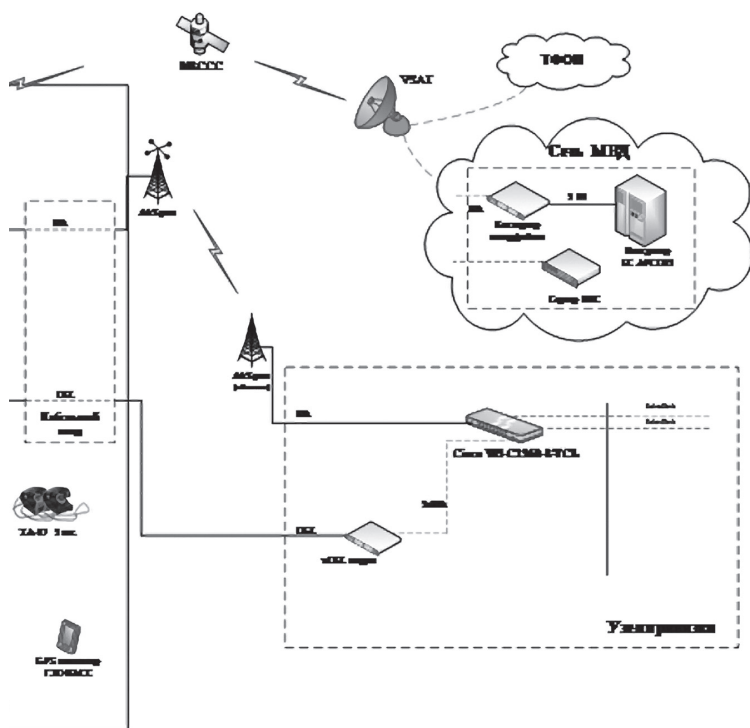


Рис. 7.3. Схема связи



изделия ПУС

ведомственных сетей связи или альтернативных операторов, и далее, используя каналы Минкомсвязи России, к МВД России), где будет располагаться узел привязки, может выполняться с использованием:

- кабеля типа «витая пара»;
- полевого кабеля типа П-274М;
- оборудования широкополосного радиодоступа (далее — ШБД) AirSpan.

Подключение ПУС МВД к узлу связи ССОП кабелем типа «витая пара» возможно в случае, когда изделие ПУС МВД располагается в непосредственной близости от этого узла (не далее 100 м). Такое подключение является независимым от подключения другими способами, и может использоваться параллельно с ними, расширяя возможности ЛВС. В случаях, когда проще подключить изделие ПУС МВД другими способами, подключение на основе кабеля типа «витая пара» может не выполняться.

Подключение изделия ПУС МВД к узлу связи полевым кабелем типа П-274М выполняется в случае, когда невозможна или нецелесообразна организация линий привязки на основе кабеля типа «витая пара» или ШБД. В этом случае линия привязки организуется посредством гибких мультиплексоров HDSL Zelax ГМ-2 (MPR-T-AC220), имеющихся в телекоммуникационном шкафу 19” отсека связи изделия ПУС МВД и выносном мобильном шкафу-контейнере, размещаемом в узле связи привязки, где осуществляется подключение разъема (передача/прием) мультиплексора к соответствующему оборудованию данного узла связи. Максимальная удаленность изделия ПУС МВД от узла привязки в этом случае не должна превышать 2 км (в случаях большей удаленности связь возможна, но при этом снижается скорость передачи данных по линиям HDSL). Привязка по кабельной линии дает возможность получения от узла связи Минсвязи России или другой ведомственной сети (например, регионального узла связи сети «Росэнерго», «ТрансТелеКом» и т.п.) высокоскоростных каналов связи с большой пропускной способностью.

Оборудование линии связи ШБД устанавливается таким образом, что при подаче питающих напряжений (в изделие ПУС МВД и на узле привязки) автоматически организуется широкополосный канал связи на линии БС-АС с полезной пропускной способностью 24 Мбит/с.

7.10. Эксплуатация КВ-радиостанции «Кордон Р-23»

Радиостанция «Кордон Р-23» предназначена для организации беспойсковой, бесподстроечной радиосвязи в коротковолновом диапазоне. Радиостанция может применяться как полевая, мобильная, базовая.

Технические данные

Диапазон частот	2-30 МГц
Режимы работы	Одна боковая полоса (J3E) ВБП или НБП, CW — опция
Количество каналов	255
Шаг	100 Гц
Напряжение питания	10–28 В (12–24 В номинал)
Ток потребления	
Передача	2–10А (в зависимости от мощности выходного сигнала)
Прием	310 мА
Стабильность частоты	Лучше, чем ± 50 Гц
Сопротивление антенны	50 Ом
Антенный разъем	BNC
Виды трубок (пультов управления)	Микрофон с динамиком, DTMF микрофон, DTMF микрофон с динамиком и телефонная трубка
Система селективного вызова	CCIR 493-4
Программирование с компьютера	IBM 4800N1
Встроенное тестирование	Тестирование микропроцессора, трактов приема и передачи
Условия окружающей среды:	
Рабочая температура	–30С - +60С
Температура хранения	–30С - +80С
Влажность	95%, без конденсации
Устойчивость к внешним воздействиям	Соответствует стандарту IP54
Физические характеристики	
Размеры	112 мм (ш) × 47 мм (в) × 220мм (г)
Вес	1кг
Конструкция	Сплошной металлический корпус с передней панелью и радиатором

Диапазон частот	2-30 МГц
Характеристики передатчика	
Выходная мощность	50 Вт (пик)
Режим работы	Речь, передача данных
Подавление нежелательной боковой полосы	Более 45 дБ
Подавление несущей	Более 50 дБ
Подавление гармоник	Более 40 дБ
Подавление побочных излучений	Более 40 дБ
Подавление шумов	Более 35 дБ
Искажение	Не более 5% при 70% пиковой мощности
Диапазон воспроизводимых частот	270 Гц – 2800 Гц
Сопrotивление микрофона	400 Ом
Настройка	20 Вт излучаемый сигнал при +1000 Гц
Защита от перегрузки	ALC (автоматический контроль уровня)
Характеристики приёмника	
Чувствительность	0,25 мкВ при соотношении сигнал/шум 10 дБ
Избирательность	2.3 кГц при –6 дБ 4.8 кГц при –60 дБ
Подавление зеркальных каналов	Более 50 дБ
Интермодуляция	Более 70 дБ
Интермодуляционные продукты 3 -го порядка	+18 дБм
Блокировка	Более 70 дБ
Подавление побочных каналов	Более 60 дБ
Подавление промежуточной частоты	Более 60 дБ
Промежуточные частоты	83.16 МГц, 455 кГц
АРУ	Менее 3 дБ при изменении входного сигнала от 3 мкВ до 1В
Стабильность частоты	±7 ppm (±70 Гц при 10 МГц)
полоса звукового выхода	270 Гц – 2800 Гц
Мощность звукового выхода	2 Вт
Сопrotивление нагрузки	8 Ом
Искажения в звуковом канале	Менее 5% при 1 Вт

Радиостанция состоит из одного блока приема передачи.

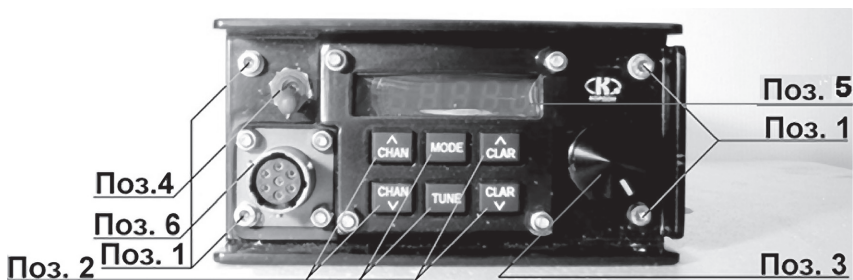


Рис. 7.4. Вид передней панели радиостанции

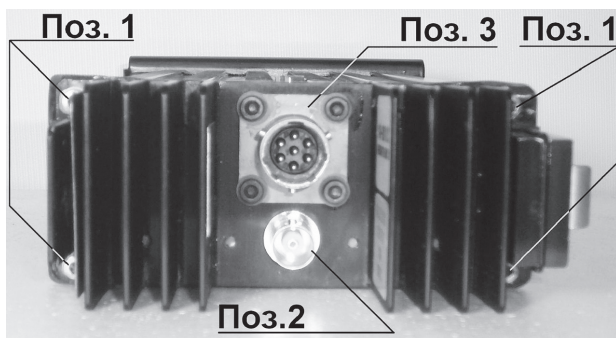


Рис. 7.5. Вид задней панели радиостанции

Корпус радиостанции состоит из передней алюминиевой панели толщиной 2,5 мм, с ручками из черной нержавеющей стали (рис. 7.4), алюминиевого корпуса длиной 160 мм и задней панели-радиатора (рис. 7.5). По четыре винта М3х12 (рис.7.4 поз.1), (рис.7.5 поз.1) используются для крепления задней и передней панелей. Дисплей на блоке управления прикреплен к передней панели при помощи фиксирующих гаек и трех деталей передней панели. Такой способ сборки выбран для простоты ремонта. На задней панели-радиаторе установлены мощные транзисторы выходного каскада и драйвера. Между передней панелью и алюминиевым корпусом, а также между корпусом и задней панелью проложены резиновые прокладки для обеспечения герметизации. На радиаторе расположены: выходной ВЧ разъём типа BNC (рис.7.5 поз.2), 4-контактный разъём питания (рис.7.5 поз.3) и мощные транзисторы.

Блок управления

Блок управления предназначен для обеспечения ручного управления радиостанцией. На передней панели блока (рис. 7.4) расположены шесть эластичных кнопок управления (поз. 2), цифровой регулятор громкости (поз. 3) и тумблер включения питания (поз. 4). Кроме того, высокоэффективный 6-значный 7-сегментный светодиодный дисплей (поз. 5), на котором показывается номер канала во время приема и частота при передаче, 8-контактный разъем для подключения микрофонной трубки (поз. 6). Разъем для подключения микрофонной трубки (поз. 6) отвечает всем требованиям внешнего интерфейса для микрофонов, пультов управления, DTMF клавиатуры и компьютерного интерфейса.

Органы управления на передней панели

На рис. 7.6 показаны органы управления радиостанции, расположенные на его передней панели.

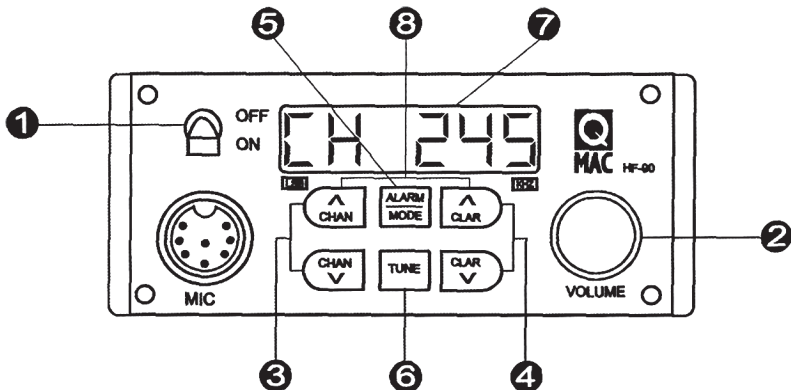


Рис. 7.6. Органы управления радиостанции на лицевой панели:

1 — переключатель ВКЛ/ВЫКЛ радиостанцию; 2 — ручка уровня громкости; 3 — кнопки переключения радиоканалов; 4 — кнопки управления точной подстройкой приемника; 5 кнопка экстренного вызова и переключения боковой полосы канала (верхняя — USB/ нижняя — LSB); 6 — кнопка включения настройки антенны; 7 — светодиодный дисплей; 8 — стирание всей информации из радиостанции

Органы управления на панели DTMF микрофона/телефонной трубки

На рис. 7.7 показаны органы управления радиостанции «Кордон Р-23», расположенные на панели DTMF микрофона или телефон-

ной трубки, поставляемых с расширенной моделью радиостанции «Кордон-Р23». В инструкции по настройке описана процедура программирования в полевых условиях радиостанции «Кордон Р-23» с DTMF микрофона/телефонной трубки.

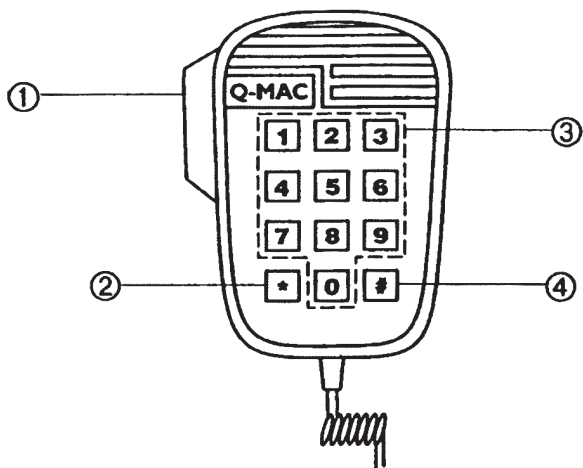


Рис. 7.7. Органы управления на тангенте радиостанции:

1 — тангента (клавиша прием/передача); 2 — кнопка «Звездочка»; 3 — цифровые кнопки; 4 — кнопка «Решетка»

Работа в эфире

Как осуществлять голосовой вызов

Далее приведен ряд правил, которых следует придерживаться при выполнении голосового вызова на КВ, как на радиостанции «Кордон Р-23», так и на любой другой радиостанции КВ диапазона:

- Выберите радиоканал в соответствии с требуемой рабочей частотой.
- Прежде чем вызывать голосом другую радиостанцию, прослушайте выбранный радиоканал, свободен ли он. Если на канале кто-то другой проводит сеанс связи, дождитесь его окончания. Если канал свободен, можете начинать вызов.
- Нажмите и удерживайте тангенту (клавишу прием/передача) на микрофоне/телефонной трубке радиостанции и выполните голосовой вызов, достаточный по длительности (5-10 секунд), произнося позывной вызываемой станции и позывной Вашей станции.

Пример: «Первый, Первый, я Второй, вызываю на связь. Прием».

- В конце передачи произнесите слово «Прием» для того, чтобы вызываемая станция понимала, когда Вы переходите на прием, то есть можете услышать ответ на Ваш вызов. Особенно это важно, если Вашим корреспондентом является абонент обычного телефона (во время сеанса телефонного вызова), связывающийся с вами через телефонный интерфейс.
- Держите микрофон у рта, говорите разборчиво и немного медленнее, чем при обычном разговоре.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Усложнение оборудования систем передачи, рост их пропускной способности, увеличение числа каналов и трактов, исчисляющихся сотнями тысяч, внедрение в механизм функционирования информационных технологий определяют требования к организации эксплуатации.

Усложнение средств связи в целом обуславливает необходимость повышения гарантии стабильности надежности, заложенной в процессе их разработки и изготовления, а также стабильности работы каналов и трактов, заложенных при проектировании, строительстве и монтаже систем передачи данных. Эти обстоятельства определили потребность в изучении методов технической эксплуатации, технического обслуживания и ремонта средств связи инфокоммуникационных систем органов внутренних дел.

Дополнительно рассмотрены правила эксплуатации современных станций спутниковой связи VSAT, приведены правила взаимодействия технических служб при организации эксплуатации спутниковых каналов связи, отражены положения по оперативно-техническому обслуживанию спутниковых линий и техническому обслуживанию оборудования земных станций.

Рассмотрены вопросы эксплуатации навигационной аппаратуры потребителей на примере терминальных устройств ГЛОНАСС.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. О связи : федеральный закон от 7.07.2003 № 126-ФЗ // СПС «КонсультантПлюс».
2. Об утверждении руководящего документа РД 45.192-2001 «Правила технической эксплуатации спутниковых линий передачи (ПТЭ-СПЛ)» : приказ Министерства Российской Федерации по связи и информатизации от 12.07.2001 № 167.
3. Бакланов И. Г. Методы измерений в системах связи / И. Г. Бакланов. — Москва : Эко-Трендз, 2001. — 195 с.
4. Галкин В. А. Цифровая мобильная радиосвязь: учебное пособие / В. А. Галкин. — Москва : Горячая линия — Телеком, 2012. — 592 с.
5. Григорьев А. С. Концепция создания системы радиосвязи для оперативных подразделений МВД России / А. С. Григорьев, Н. В. Королев, П. Н. Сердюков // Связь и автоматизация. МВД России. — Москва, 2005. — С. 17-20.
6. Об использовании сертифицированных и не сертифицированных СКЗИ. — Москва : Технологии и средства связи, 2002. — №2. — С. 107-108.
7. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей : учебное пособие для вузов / Е. Б. Алексеев [и др.] ; под. ред. В. Н. Гордиенко и М. С. Тверецкого. — Москва : Горячая линия-Сердюков П. Н. Защищенные радиосистемы передачи цифровой информации: / П. Н. Сердюков, А. В. Бельчиков, А. Е. Дронов. — Москва : АСТ-Москва, 2005. — 525 с.
8. Сердюков П.Н. Защищенные радиосистемы передачи цифровой информации: / П.Н. Сердюков, А.В. Бельчиков, А.Е. Дронов. — Москва: АСТ-Москва, 2005. — 525 с.
9. Сердюков П.Н. Основные характеристики систем профессиональной мобильной радиосвязи / П.Н. Сердюков, А.С. Григорьев, Н.В. Королев // Специальная техника. Сборник холдинга Электрозавод. — № 6. — Москва, 2005. — С. 47–52.
10. Сети и системы радиосвязи ОВД и средства их информационной защиты: учебное пособие/ О.И. Бокова [и др.]; под ред. Н.С. Хохлова. — Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2012. — 228 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Бокова Оксана Игоревна,
доктор технических наук, профессор;
Хохлов Николай Степанович,
доктор технических наук, профессор;
Пьянков Олег Викторович,
кандидат технических наук, доцент;
Глушков Алексей Николаевич,
кандидат технических наук
(Воронежский институт МВД России)

ПОРЯДОК ЭКСПЛУАТАЦИИ СРЕДСТВ СВЯЗИ

Учебное пособие

Оригинал-макет
Воронежского института МВД России

Ответственный за выпуск *Е.И. Фельдман*
Технический редактор *Л.Д. Давидович*
Корректор *Ю.И. Свердлова*
Компьютерная верстка *Л.В. Заславский*

Подписано в печать 16.09.2016
Формат 60×90¹/₁₆. Бумага офсетная. Печ. л. 4,0. Тираж 4435 экз.
Заказ № 3831.

Макет подготовлен и отпечатан ООО ИПК «Медиа-Принт»
143200, г. Можайск, ул. Мира, 93.