

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине
СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ И ИНФОРМИРОВАНИЯ

Направление подготовки	20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность (профиль)	Пожарная безопасность
Год начала обучения	2026
Форма обучения	заочная
Реализуется в семестре	

Ставрополь, 2026

Введение

Методические указания к практическим занятиям составлены в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность».

В них изложены основные теоретические и практические аспекты должностному предназначению в части овладения способами решения задач организационного и технологического уровней, составляющих основное содержание его деятельности при управлении силами и средствами обеспечения безопасности потенциально опасных технологий и производств, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на основе эффективного использования имеющихся сил и средств связи и оповещения.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	2
2. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	4
3. Практическое занятие № 1. Разработка схемы связи и размещения средств связи в зоне пожара	8
4. Практическое занятие № 2. Разработка структурной схемы системы оперативной связи гарнизона пожарной охраны.....	17
5. Практическое занятие № 3. Расчёт необходимого числа диспетчеров для обслуживания вызовов по линиям спецсвязи «01», «112».....	26
6. Практическое занятие № 4. Расчёт расстояния между радиорелейными станциями (РРСт)	33
7. Практическое занятие № 5. Расчёт интенсивности входного потока вызовов в сети радиосвязи.....	41
8. Практическое занятие № 6. Разработка схемы технической реализации АСОУПО на ЦППС гарнизона ПО.....	57
9. Семинарское занятие № 1.....	66
10. Семинарское занятие № 2.....	71
11. Семинарское занятие № 3.....	75
12. Литература.....	79

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

АВР – аварийно-восстановительный расчет

АИУС – автоматизированная информационно-управляющая система

АСДНР – аварийно-спасательные и другие неотложные работы

АК – абонентский кросс

АРМ – автоматизированное рабочее место

АС – автоматизированная система

АСС – аварийно-спасательная служба

АСУС – автоматизированная система управления связью

АСУ – автоматизированная система управления

АСФ – аварийно-спасательные формирования

АЧХ – амплитудно-частотная характеристика

АТС – автоматическая телефонная связь

АХОВ – аварийно химически опасные вещества

АЦП – аналого-цифровой преобразователь

АФУ – антенно-фидерное устройство

АЭС – атомная электростанция

ВОЛС – волоконно-оптическая линия

ГЛОНАС – глобальная навигационная спутниковая система

ГО – гражданская оборона

ГОСТ – государственный стандарт

ГОЧС – подразделения ГО в ЧС

ГПС – государственная противопожарная служба

ГСМ – горюче-смазочные материалы

ГТС – городская телефонная сеть

ГУ – главное управление

ГШ ВС РФ – Генеральный штаб Вооруженных сил РФ

ДВ – длинные волны

ДДС – дежурная диспетчерская служба

ДП – диспетчерский пункт

ДСС – дежурная смена связи

ДЦВ – дециметровые волны

ЕДДС – единая дежурно-диспетчерская служба

ЕТО – ежедневное техническое обслуживание

ЕССС – единая система спутниковой связи

ЕСЭ – единая сеть электросвязи

ЗИП – запасное имущество и принадлежности

ИВ и ЧДС – ионосферно-волновая и частотно-диспетчерская служба

КИА – контрольно-измерительная аппаратура

КИД – коэффициент исправного действия

КЛС – кабельная линия связи

КМ – кабельная магистраль

КМС – контрольно-маркерный сигнал

КОА – каналобразующая аппаратура

КП – командный пункт

КППС – каналы передачи первичной сети

КСС – комплекс средств связи

КЧС и ОПС – Комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности

МВ – метровые волны

МВД – Министерство внутренних дел

ММВ – миллиметровые волны

МО – Министерство обороны

МПС – Министерство путей сообщения

МСП с ЧРК – многоканальная система передачи с частотным разделением каналов

МСП с ВРК – многоканальная система передачи с временным разделением каналов

МЧС России – Министерство по чрезвычайным ситуациям, гражданской

обороне и ликвидации стихийных бедствии РФ

КВ – короткие волны

НДР – номер дежурного расчета

КШМ – командно-штабная машина

НШ – начальник штаба

НЦУКС – национальный центр управления в кризисных ситуациях

ОАСС – объединенная автоматизированная система связи

ОГ – оперативная группа

ОКСИОН – общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения

ОТП – организационно-техническое построение

ОТС – оперативно-техническая служба

ОШ УКС – оперативный штаб ликвидации чрезвычайной ситуации

ПДРЦ (ПДРП) – передающий радиопункт (радиопункт)

ПОО – потенциально опасный объект

ППС – противопожарная служба

ППУ – подвижный пункт управления

РРЛ – радиорелейная линия

РРО – радиорелейная ось

РРС – радиорелейная связь

РРСт – радиорелейная станция

РСЧС – единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

РПрУ – радиоприемное устройство

РРС – радиорелейная связь

РХБЗ – радиационная, химическая и бактериологическая защита

РЦ – региональный центр по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий

РФ – Российская Федерация

РЭБ – радиоэлектронная борьба
РЭЗ – радиоэлектронная защита
РЭС – радиоэлектронное средство
СВ – средние волны
СДВ – сверхдлинные волны
СКО – станция каналообразования
СМВ – сантиметровые волны
СНЛК – система наблюдения и лабораторного контроля
СПК – стойка промежуточной коммутации
СПМ – стойка промежуточных манипуляций
ССС – станция спутниковой связи
ССОП – сеть связи общего пользования
СЭС – стационарно-эксплуатационная служба
ТО – техническое обслуживание
ТрС – тропосферная станция
ТТД – тактико-технические данные
ТТХ – тактико-технические характеристики
ТЧ – тональная частота
ЦУКС – центр управления в кризисных ситуациях
укбс – узел контроля безопасности связи
уктк – узел комплексного технического контроля
УКВ связь – ультракоротковолновая связь
УПС – устройство преобразования сигналов (ТЧ – тональной частоты, Р – радиальный)
ЭМВ – электромагнитная волна

Практическое занятие № 1

Разработка схемы связи и размещения средств связи в зоне пожара

Цель занятия—приобретение навыков в разработке схемы связи в зоне пожара или стихийного бедствия, расчёте необходимого количества средств связи для устойчивого управления подразделениями МЧС при проведении мероприятий по ликвидации ЧС.

Формируемые компетенции:

ПК-7	способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты
ПК-10	способностью использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
ПК-11	способностью организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды

1. Теоретическая часть.

Разработка информационно-наглядных схем связи базируется на классификационных признаках связи: по предназначению; по роду и виду связи; по способам защиты и обмена информацией; по алгоритму обмена и пропускной способности.

Подобный подход к формированию схем связи обусловлен тем, что отображение на них с той или иной степенью детализации классификационных признаков связи обеспечивает наиболее полное информирование пользователя о тактико-технических возможностях того или иного канала (сети) связи, позволяет принимать обоснованные решения по максимальному использованию потенциала используемой системы связи для обеспечения *устойчивого, непрерывного, оперативного и, при необходимости, скрытного* управления мероприятиями по предупреждению и ликвидации ЧС.

2. Методика и порядок проведения занятия.

2.1. Условные знаки по связи.

На рис. 1 представлены основные условные знаки по связи, отражающие род связи (среду распространения линейного сигнала или открытую часть канала (сети) связи).



Рисунок 1 Условные знаки по связи, отражающие род канала (сети) связи.

На рис. 2, 3 представлены основные условные знаки по связи, отражающие вид связи (характеристику оконечного устройства канала (сети) связи) и принадлежность узлов связи к соответствующим пунктам управления.

2. Структура и способы информационно-наглядного представления схем

СВЯЗИ.

В настоящее время наибольшее распространение получили так называемые *ламельные схемы связи*, состоящих из нескольких информационных элементов, отражающих ту или иную характеристику организованного канала (сети) связи.

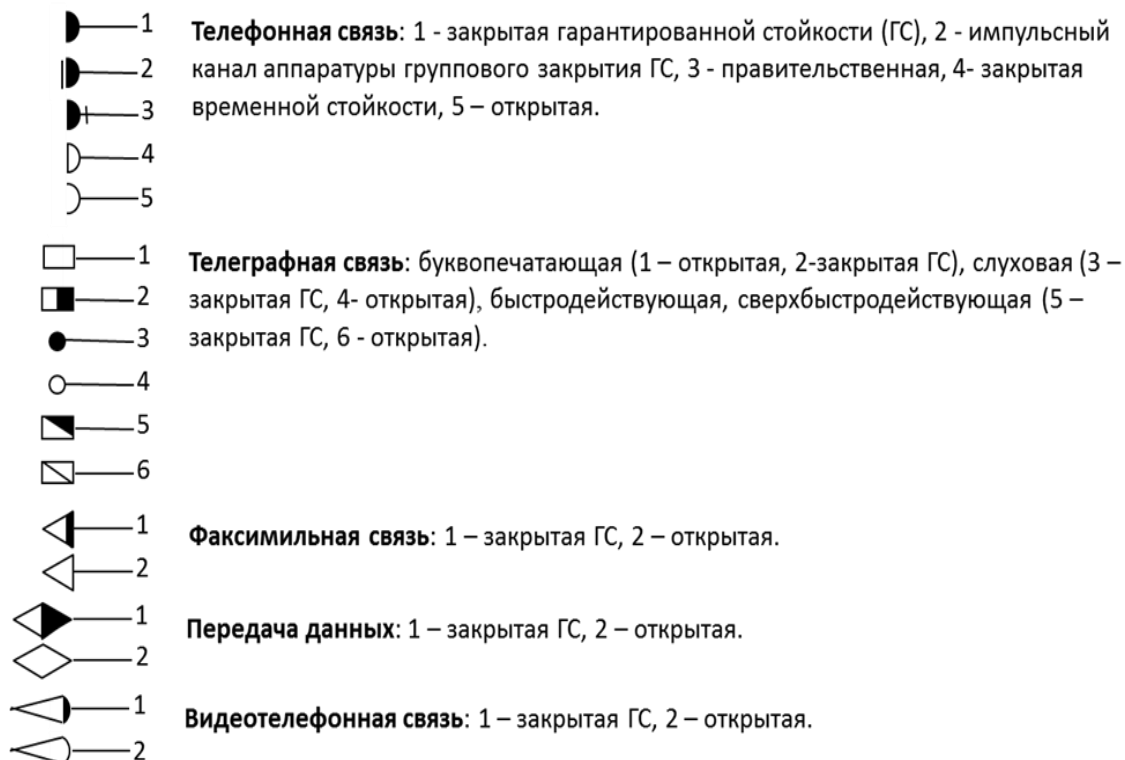


Рисунок 2. Условные знаки по связи, отражающие вид связи.



Рисунок 3. Условные знаки пунктов управления ГПС РФ.

1. *Состав корреспондентов (пользователей, абонентов) каналов (сетей) связи* на подобных схемах связи представлен в названиях ламелей, каждая из которых отражает тот или иной пункт управления (рис. 4).

2. *Род организованных каналов связи* (среда распространения линейного сигнала или характеристика открытой части образованного канала (сети) связи или тип каналообразующего средства в канале (сети) связи) представлен условным знаком по связи (в данном случае радиостанциями различных типов и назначения (подвижными, стационарными или защищенными), см.рис. 1.

3. *Вид связи* на рис. 4 представлен условными знаками по связи (см. рис. 2) Оконечные устройства, обозначающие вид связи, подключаются (согласно рис. 4) к каналообразующим средствами. Таким образом, на ламельных схемах обозначаются *конечные (абонентские и каналообразующие) устройства*, участвующие в процессе передачи-приема информации.

4. *Принадлежность каналов (сетей) связи* может быть самой различной. Например, она может быть централизованного и оперативного управления, обеспечения и взаимодействия, оповещения и служебная.

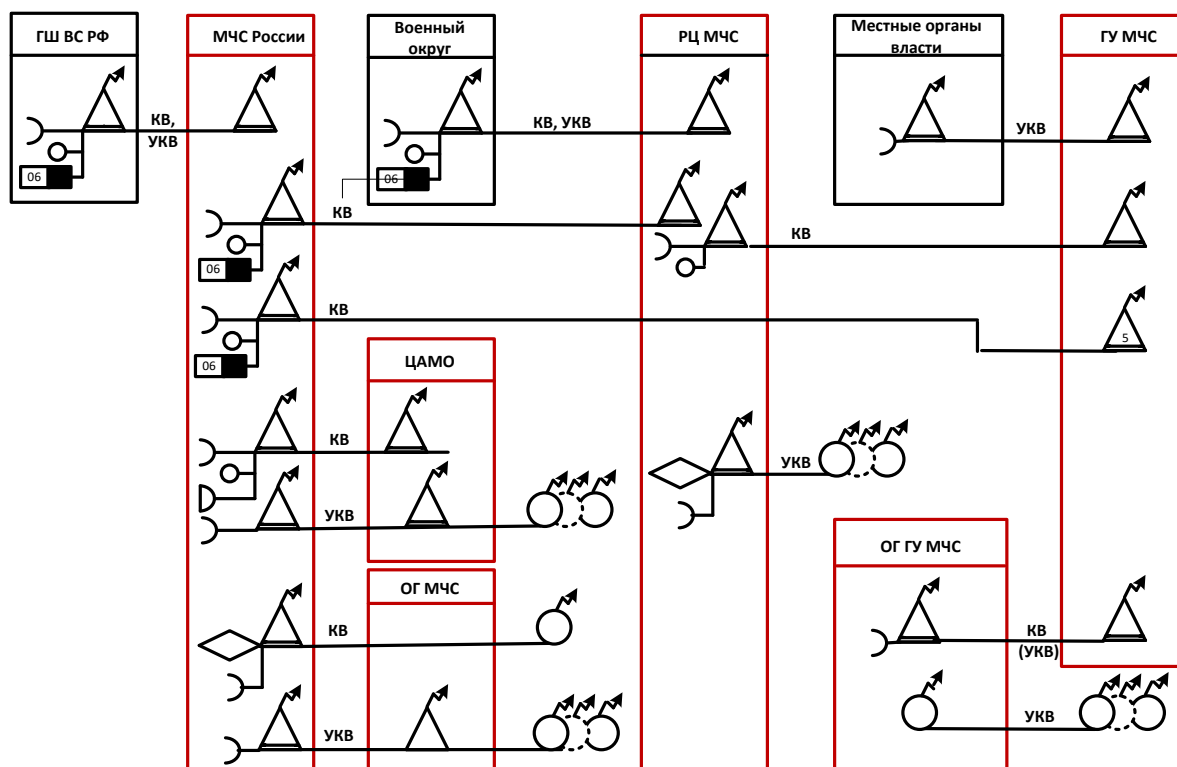


Рисунок 4. Учебный фрагмент схемы радиосвязи МЧС России.

В гарнизонах пожарной охраны (ПО) по принадлежности связь делится на связь оповещения и административно-управленческую, оперативно-диспетчерскую и связь на пожаре.

Отражение принадлежности связи к той или иной сфере управления осуществляется за счет разработки специальных ламельных схем, принадлежащих к той или иной сфере управления (например, ламельная схема связи оповещения в гарнизоне ПО, ламельная схема оперативно-диспетчерской связи гарнизона ПО или схема связи взаимодействия при ликвидации крупномасштабной ЧС и т.д.).

5. *Пропускная способность канала (сети) связи* на ламельных схемах может быть определена только исходя из тактико-технических характеристики используемых оконечных и каналобразующих средств связи.

6. *Алгоритм обмена по каналу (сети) связи*— односторонний или двусторонний канал (сеть), дуплексный или симплексный канал (сеть) связи – не всегда может быть определен из ламельной схемы. Например, если на приемной стороне канала связи в качестве каналобразующего средства используется

радиоприемник, то можно сделать однозначный вывод о том, что данный канал связи является *односторонним*.

Современные информационные сети, представляющие собой функционально связанную совокупность программно-технических средств обработки и обмена информацией и состоящие из территориально распределенных информационных узлов (подсистем обработки информации) и физических каналов передачи информации их соединяющих не нуждаются в подобных характеристиках, поскольку всегда обеспечивают *двустороннюю мультимедийную связь* пользователей между собой.

7. *Способ обмена информацией по каналу (сети) связи* (циркулярный, циркулярно-избирательный или избирательный), в ламельных схемах отражается, как правило, через используемый *способ организации связи* (направление, ось или сеть). Способ организации связи в ламельных схемах чаще всего отражается в названиях радиоканалов (радионаправление, радиосеть с указанием их номеров – например, РС-121, РН-567, ТРН-743, РРН 789, ССС 457).

Выводы:

1. Использование ламельных схем связи позволяет получить наиболее полную характеристику каналов (сетей) связи, используемых для предупреждения (ликвидации) ЧС.

2. Ламельные схемы актуальны для временно организуемых каналов (сетей) на период предупреждения (ликвидации) ЧС и не могут быть использованы для многоуровневых информационных сетей в рамках эталонной модели взаимодействия открытых систем (ЭМВОС).

3. Важно уметь читать ламельные схемы связи. Например, фрагмент схемы связи (рис. 3), на котором представлена связь между Главным управлением МЧС (ГУ МЧС) и местным органом власти в вербальном виде можно описать так: *«Оперативная, двусторонняя, избирательная связь между ГУ МЧС и местным органом власти организуется по УКВ, открытому телефонному радиоканалу, обеспечивающему обмен информацией в реальном времени».*

3. Расчет основных показателей состояния связи.

Задача № 1.

Исходные данные:

канал связи должен функционировать – $T_{\phi} = 24$ часа;

количество перерывов связи – $T_{пер} = 3$;

продолжительность перерывов – $T_{пер1} = 10$ мин., $T_{пер2} = 5$ мин., $T_{пер3} = 8$ мин.;

время установления связи после каждого перерыва – $T_{уст} = 1$ мин.

Рассчитать:

продолжительность перерывов связи – $T_{пер\Sigma}$;

среднюю продолжительность одного перерыва – $T_{пер.ср}$;

коэффициент исправного действия связи – ($КИД_{св}$).

Решение:

1. Определяем общую продолжительность перерывов связи

$$T_{пер\Sigma} = T_{пер1} + T_{пер2} + T_{пер3} + T_{уст\Sigma} = 10 + 5 + 8 + 3 = 26 \text{ мин.} = 0,433 \text{ часа.}$$

2. Определяем среднюю продолжительность одного перерыва связи

$$T_{пер.ср} = \frac{T_{пер\Sigma}}{3} = \frac{26}{3} = 8,67 \text{ мин.}$$

3. Рассчитываем $КИД_{св}$

а) определяем время работы канала связи

$$T_p = T_{\phi} - T_{пер\Sigma} = 1440 - 26 = 1414 \text{ мин.}$$

б) определяем $КИД_{св}$

$$КИД_{св} = \frac{T_p}{T_{\phi}} \cdot 100\% = \frac{1414}{1440} \cdot 100\% = 98,2\%.$$

Задача № 2.

Исходные данные:

канал связи должен функционировать – $T_{\phi} = 48$ часов;

количество перерывов связи – $T_{пер} = 6$;

продолжительность перерывов – $T_{пер1,2} = 10$ мин., $T_{пер3,4} = 6$ мин., $T_{пер5,6} = 8$

мин.;

время установления связи после каждого перерыва связи – $T_{уст} = 2$ мин.

Рассчитать:

продолжительность перерывов связи – $T_{пер\Sigma}$;

среднюю продолжительность одного перерыва – $T_{пер.ср}$;

коэффициент исправного действия связи ($КИД_{св}$).

Решение:

1. Определяем общую продолжительность перерывов связи

$$T_{пер\Sigma} = T_{пер1,2} + T_{пер3,4} + T_{пер5,6} + T_{уст\Sigma} = 10 + 6 + 8 + 12 = 36 \text{ мин.} = 0,6 \text{ часа.}$$

2. Определяем среднюю продолжительность одного перерыва связи

$$T_{пер.ср} = \frac{T_{пер\Sigma}}{3} = \frac{36}{6} = 6 \text{ мин.}$$

3. Рассчитываем $КИД_{св}$

- а) определяем время работы канала связи

$$T_p = T_{\phi} - T_{пер\Sigma} = 2880 - 36 = 2844 \text{ мин.}$$

- б) определяем $КИД_{св}$

$$КИД_{св} = \frac{T_p}{T_{\phi}} \cdot 100\% = \frac{2844}{2880} \cdot 100\% = 98,75\%.$$

Задача № 3.

Исходные данные:

канал связи должен функционировать – $T_{\phi} = 365$ суток;

количество перерывов связи – $K_{пер} = 50$;

продолжительность перерывов – $T_{пер1-10} = 50$ мин., $T_{пер11-20} = 60$ мин., $T_{пер21-30} = 70$ мин., $T_{пер31-40} = 80$ мин., $T_{пер41-50} = 90$ мин.;

время установления связи после каждого перерыва связи – $T_{уст} = 5$ мин.

Рассчитать:

продолжительность перерывов связи – $T_{пер\Sigma}$;

среднюю продолжительность одного перерыва – $T_{пер.ср}$;

коэффициент исправного действия связи ($КИД_{св}$).

Решение:

1. Определяем общую продолжительность перерывов связи

$$T_{пер\Sigma} = T_{пер1-10} + T_{пер11-20} + T_{пер21-30} + T_{пер31-40} + T_{пер41-50} + T_{уст\Sigma} = 50+60+70+80+90+250 = 600 \text{ мин.} = 10 \text{ часов.}$$

2. Определяем среднюю продолжительность одного перерыва связи

$$T_{пер.ср} = \frac{T_{пер\Sigma}}{K_{пер}} = \frac{600}{50} = 12 \text{ мин.}$$

3. Рассчитываем $KИД_{св}$

а) определяем время работы канала связи

$$T_p = T_{\phi} - T_{пер\Sigma} = 8760 - 10 = 8750 \text{ мин.}$$

б) определяем $KИД_{св}$

$$KИД_{св} = \frac{T_p}{T_{\phi}} \cdot 100\% = \frac{8750}{8760} \cdot 100\% = 99,9\%.$$

Задание: рассчитать основные показатели связи по вариантам, представленным в таблице 1.

Таблица 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T_{ϕ} , час.	100	200	300	400	500	600	700	800	900
$K_{пер}$	3								
$T_{пер1}$, мин.	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$T_{пер2}$, мин.	13	12	11	10	9	8	7	6	5
$T_{пер3}$, мин.	9	8	7	6	5	13	12	11	8
$T_{уст}$, мин.	7	8	5	3	9	4	8	1	3

Вопросы к практическому занятию.

1. Какие требования предъявляются к связи?
2. Дайте определение каждому требованию, предъявляемому к связи.
3. Назовите классификационные признаки связи.
4. Реализацию каких требований к управлению обеспечивает связь?
5. Что такое КИД связи?
6. Дайте определение понятию «время жизни сообщения».
7. Как с помощью неравенства можно выразить требование по своевременности связи, используя понятие «время жизни сообщения»?

Литература: [1],[2],[3],[4],[5]

Практическое занятие № 2

Разработка структурной схемы системы оперативной связи гарнизона пожарной охраны

Цель занятия—приобретение навыков в разработкесхемысистемы оперативной связи в гарнизоне пожарной охраны с использованием штатных образцов техники.

Формируемые компетенции:

ПК-7	способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты
ПК-10	способностью использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
ПК-11	способностью организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды

1. Теоретическая часть.

Связь гарнизонов пожарной охраны включает в себя: центр управления силами гарнизона; пункты связи отрядов; пункты связей частей; мобильные пункты связи. Данный вид связи не является оптимальным для передачи оперативной информации в подразделениях пожарной охраны, так как имеются существенные недостатки: значительные непроизводительные затраты времени на установление соединения с помощью номераабирателя; наличие несостоявшихся соединений из-за занятости телефонных линий невозможность организации связи группой абонентов и проведение групповых переговоров в симплексном или дуплексном режимах; Связь в гарнизоне пожарной охраны должна обеспечивать: быстрый и точный прием извещений о пожарах, авариях, стихийных бедствиях; своевременный вызов необходимых сил и средств; управление подразделениями, выехавшими на пожар и прибывшими на пожаре; информирование соответствующих должностных лиц гарнизона об организации,

ходе тушения и ликвидации пожаров, последствий аварий; обмен информацией между подразделениями пожарной охраны и службами жизнеобеспечения В соответствии с приказом №700 в гарнизоне пожарной охраны требуется организовать 4 основных вида связи: 1) связь извещения; 2) оперативно-диспетчерская связь; 3) связь на пожаре; 4) административно-управленческая связь. Следовательно для организации основных видов связи необходимо предусмотреть: узел специальной связи; устройство автоматической пожарной сигнализации на ЦУС и объектах пожарных частей; связь с наиболее важными объектами противопожарной защиты гарнизона; С коммуникаторами ОВД и пунктами централизованного наблюдения вневедомственной охраны гарнизона; Связь со всеми стационарными пунктами связи подразделений пожарной охраны; Связь со службами жизнеобеспечения; Непрерывную связь пожарными автомобилями, находящимися в пути следования или прибывших на место пожара; Связь с должностными лицами на месте пожара. При этом используется оборудование АСО, а также средства радиосвязи, возимые на основной и специальной технике гарнизона; Стационарный узел связи представляет собой комплекс средств связи, линий и каналов связи, объединенных в определенном порядке и предназначенных для обеспечения управления повседневной деятельностью подразделений ГПС и решения других задач. Стационарные радиостанции устанавливаются на ЦУС, ЦПР, ПСО, ПСЧ и пунктах связи отдельных постов. (Гранит 2Р-23.01, Гранит Р-25, Гранит-В-С, Радий-101, ВЭБР-40/8, ВЭБР-160/9) Подвижной узел связи предназначен для организации оперативного управления подразделениями ГПС при тушении пожаров и проведении связанных с ними первоочередных аварийно-спасательных работ, обеспечения информационной поддержки руководителя тушения пожара и взаимодействия с вышестоящими органами управления ГПС Возимыми радиостанциями оборудуются все единицы основной и специальной техники (пожарные и специальные автомобили) в соответствии с табельной положенностью.(Motorola GM-140, Motorola GM-340, Motorola GM-360, Motorola GM-660, Motorola GM-1280, Гранит-В, Гранит 2Р-24, Гранит Р-25.01) Носимыми

радиостанциями оснащается каждое должностное лицо на месте пожара.(Motorola GP-140, Motorola GP-300, Motorola GP-320, Motorola GP-360;Гранит-П, Гранит 2Р-44, Гранит Р-43 и др.)

Для организации системы оперативной связи гарнизона пожарной охраны могут быть использованы технические средства проводной и радиосвязи. Для более качественной организации связи в гарнизоне пожарной охраны возьмем наиболее усовершенствованные технические средства. Технические средства связи системы оперативной радиосвязи Радиостанции стали неотъемлемой частью нашей жизни. В настоящее время рынок предлагает нам множество моделей, работающих в различных диапазонах частот и имеющих различные наборы сервисных удобств. Так, существуют несколько диапазонов вещания, вот некоторые наиболее распространенные диапазоны: КВ диапазон (коротковолновый диапазон 0.1-28 МГц, любительский) СВ диапазон (Citizen Band 26-30 МГц, гражданский, одиннадцатиметровый диапазон) LB диапазон (Low Band 30-50 МГц, служебный диапазон, шестиметровый диапазон) VHF диапазон (136-172 МГц, двухметровый диапазон (включает в себя служебный; любительский и морской диапазоны) UHF диапазон (420-473 МГц, семидесятисантиметровый диапазон (включает в себя LPD любительский и служебный диапазон).

В качестве дополнительной аппаратуры системы оперативно-диспетчерской связи на стационарных пунктах связи ПО возможна установка: аппаратуры факсимильной связи, предназначенной для приема и передачи по проводным или беспроводным каналам связи данных, представленных в виде буквенно-цифровых и графических изображений; аппаратуры телеграфной связи; аппаратуры распорядительно-поисковой связи, предназначенной для передачи информации оперативного характера и сигналов тревоги с приемом непосредственно на акустические средства стационарного узла связи (местное оповещение), а в ряде случаев, с возможностью передачи этой информации по проводным линиям связи ГТС на узлы связи специальных служб города (объекта); аппаратуры систем персонального радиовызова. Перечень технических средств, устанавливаемых на

автомобилях связи и освещения Находящийся на вооружении гарнизона пожарной охраны автомобиль связи и освещения (АСО) предназначен для доставки к месту пожара технических средств, обеспечивающих освещение места пожара и боевых участков, связь между штабом пожаротушения, ЦУС (ЦПР) и экстренными службами города (службами взаимодействия). Для энергоснабжения технических средств на автомобиле имеется электросиловая установка. В настоящее время используются два типа АСО, основные характеристики которых приведены в таблице 5 Автомобиль связи и освещения позволяют обеспечить освещение до 3-х боевых участков и организовать радиосвязь по двум радионаправлениям: - с боевыми участками и с ЦУС гарнизона. Коммутатор оперативной связи, помимо прямой телефонной связи с боевыми участками, при подключении к ГТС позволяет организовать телефонную связь с абонентами города.

2. Методика и порядок проведения занятия.

Количественно функция готовности $P_c(t)$ равна вероятности того, что в произвольный момент времени t система связи будет находиться в работоспособном состоянии.

Предполагается, что интервалы безотказной работы (T_o) и восстановления (T_v) являются взаимно независимыми случайными величинами и распределены экспоненциально с параметрами $\lambda = 1/T_o$ и $\mu = 1/T_v$ соответственно.

Методы решения задач по оценке надежности системы связи определяются ее структурой. Рассмотрим два частных случая, когда элементы в системе связи соединены последовательно или параллельно.

При последовательном соединении узлов связи отказ хотя бы одного узла связи приводит к “потере” связи между конечными узлами данной системы связи (рис. 1).

Определите способ организации связи, представленный на рис. 1.

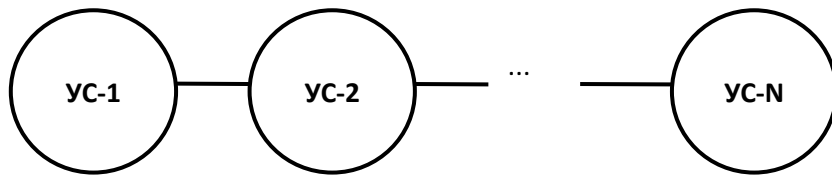


Рис. 1. Последовательное соединение узлов в системе связи.

Предположим, что система связи состоит из N узлов связи, для каждого из которых вероятность нахождения в работоспособном состоянии равна $P_n (n = 1, N)$. Соответственно, вероятность нахождения узла связи в неработоспособном состоянии (G_n) будет равна $(1 - P_n)$.

На данном этапе надежность соединяющих узлы связи линий связи учитывать не будем, т. е. рассмотрим структуру, представленную на рис. 2.

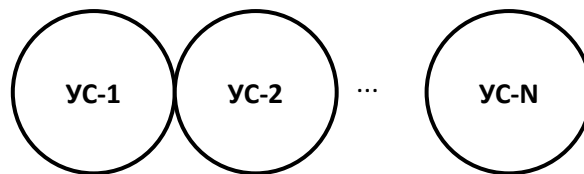


Рис. 2. Декомпозиция системы связи без линий связи.

Представим надежность рассматриваемой системы связи через вероятности нахождения узлов связи в работоспособном состоянии.

Считая элементы системы связи независимыми, вероятность работоспособности системы связи из N узлов связи при последовательном их соединении будет равна

$$P_N = P_1 \cdot P_2 \cdots P_n, (n = 1, N)$$

Задание 1

Определить вероятность нахождения оси связи (рис. 3) в работоспособном и неработоспособном состоянии при следующих исходных данных (табл. 1). Какой способ организации связи представлен на рис. 3?

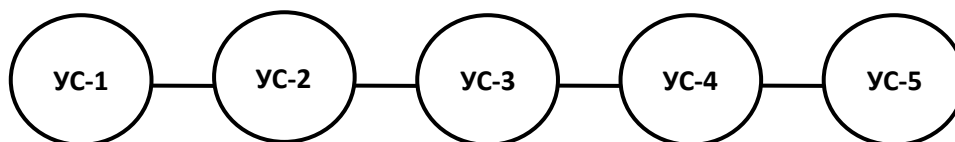


Рисунок3. Структура системы связи.

Таблица 1

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
P_2	0,9	0,8	0,95	0,85	0,7	0,75	0,9	0,8
P_3	0,8	0,9	0,75	0,7	0,85	0,95	0,8	0,9
P_4	0,75	0,95	0,85	0,9	0,7	0,8	0,7	0,85

Примечание: интенсивность отказов линий связи не учитывать; узлы связи 1, 5 работоспособны.

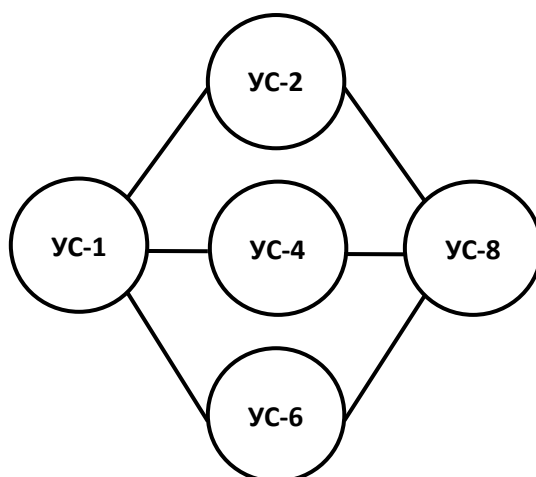


Рис. 4. Система связи при параллельном соединении промежуточных узлов связи.

При параллельном соединении узлов связи (рис. 4) связь между работоспособными узлами связи 1 и 8 будет прекращена при неработоспособном состоянии промежуточных узлов связи 2,4,6, т.е.

$$G_{1-8} = G_2 \cdot G_4 \cdot G_6.$$

Восстановление связи между окончными узлами данной системы связи возможно только после восстановления хотя бы одного из промежуточных узлов связи. При этом полное восстановление исходного положения системы связи будет завершено при восстановлении работоспособности узлов связи 2, 4, 6.

Оценим вероятности **частичного** и **полного** восстановления связи между конечными работоспособными узлами связи 1, 8 при одинаковой интенсивности отказов каждого из узлов связи 1...8.

Вероятность **частичного** восстановления связи между работоспособными конечными узлами связи определяется вероятностью нахождения в работоспособном состоянии хотя бы одного из промежуточных узлов связи, т.е.

$$P_{1-8} = P_{2(4,6)} = 1 - G_{2(4,6)}.$$

Вероятность **полного** восстановления связи между конечными работоспособными узлами связи 1 и 8 будет равна

$$P_{(1-8)исх} = 1 - \prod_{i=1}^3 G_i,$$

где: G_i – вероятность неработоспособного состояния промежуточных узлов связи 2, 4, 6.

Задание 2

Оценить надежность системы связи, представляющую собой смешанную последовательно-параллельную структуру из шести узлов связи (рис. 5).

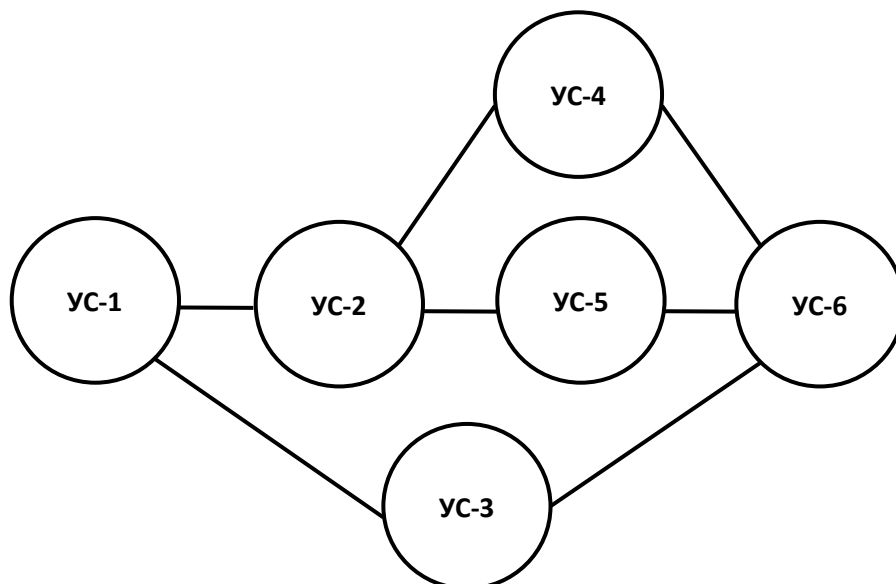


Рисунок 5. Смешанная последовательно-параллельная структура системы связи.

1. Оценим надежность фрагмента системы связи между узлами связи 2, 6.

При этом структура системы связи приобретет вид, представленный на рис.

6.

2. Оценим надежность фрагмента системы связи (рис. 7) между работоспособными узлами связи 1-6 при использовании для обеспечения связи промежуточных узлов связи 2 и (4,5).

При этом структура системы связи приобретает вид, представленный на рис.

7.

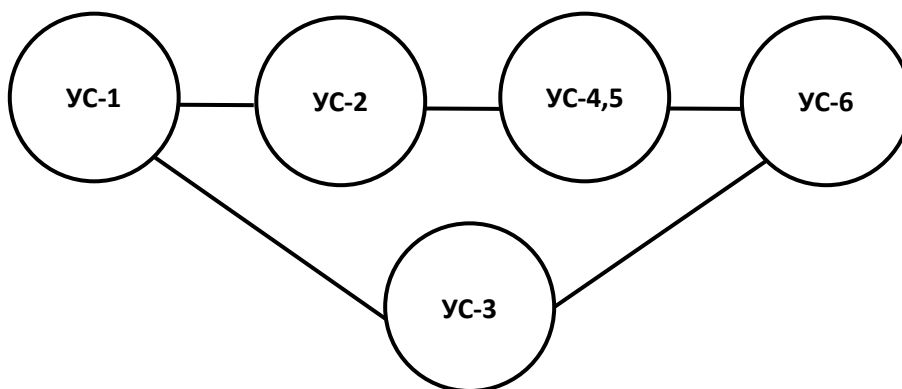


Рисунок6. Преобразование 1 последовательно-параллельной структуры системы связи.

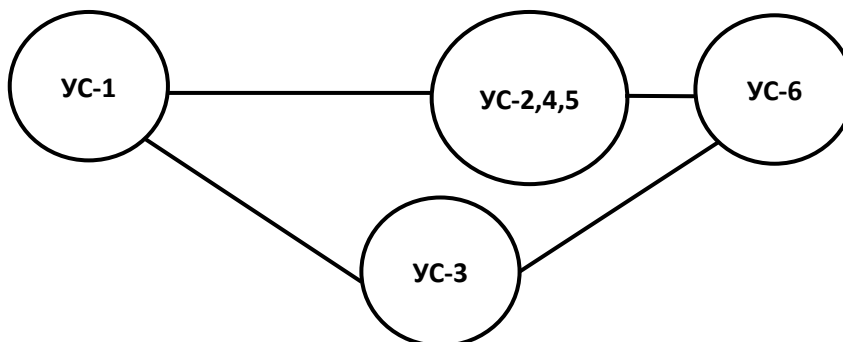


Рисунок7. Преобразование 2 последовательно-параллельной структуры системы связи.

3. Оценим надежность фрагмента системы связи (рис. 7) между работоспособными узлами связи 1 и 6. В данном случае система связи представляет собой структуру с параллельными промежуточными узлами связи 3 и (2,4,5).

Исходные данные для решения задания 2 представлены в табл. 3.

Таблица 3

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
P_2	0,7	0,8	0,9	0,75	0,85	0,95	0,7	0,8
P_3	0,8	0,7	0,75	0,9	0,85	0,9	0,95	0,9
P_4	0,6	0,65	0,95	0,85	0,7	0,9	0,75	0,7
P_5	0,9	0,95	0,6	0,7	0,9	0,7	0,85	0,85

Вопросы к практическому занятию.

1. Дайте определение понятию «система управления».
2. Требования к управлению.
3. Назовите основные функции управления.
4. Какие элементы включает устойчивость управления?
5. Дайте определение понятию «живучесть системы управления».
6. Дайте определение понятию «помехоустойчивость системы управления».
7. Дайте определение понятию «надежность системы управления».
8. Из каких элементов состоит система управления?
9. Способы организации связи.
10. Дайте определение понятиям «вид и род связи».
11. Дайте определение понятию «надежность системы связи».
12. Чем отличаются понятия «надежность и работоспособность» средств связи.

Литература: [1],[2],[3],[4],[5]

Практическое занятие № 3

Расчёт необходимого числа диспетчеров для обслуживания вызовов по линиям спецсвязи «01», «112»

Цель занятия—приобретение навыков выполнения требований по своевременности обмена информацией по линиям спецсвязи «01», «112».

Формируемые компетенции:

ПК-7	способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты
ПК-10	способностью использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
ПК-11	способностью организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды

1. Теоретическая часть.

Эффективность борьбы с пожарами зависит от надежно организованной системы связи. Связь в гарнизоне ПО служит для приема сообщений о пожарах; управления пожарными подразделениями в пути следования и при работе на пожаре; взаимодействия с административными органами, средствами массовой информации и различными специальными службами.

Оптимизация системы оперативной связи гарнизона ПО должна обеспечить *достоверный и своевременный обмен оперативной информацией между подразделениями ПО в реальном времени* на всех этапах выполнения ими поставленных задач.

Оперативная связь ПО гарнизона представляет собой упорядоченную совокупность различных *родов* связи (проводной (волоконно-оптической), радио- и спутниковой связи), а также ведомственных и локальных информационных сетей.

Согласно российскому законодательству и нормативным документам ГПС МЧС России в гарнизоне ПО должны быть организованы (*по назначению*):

связь извещения;

оперативно-диспетчерская (оперативная) связь;

связь на пожаре;

административно-управленческая связь.

Центр управления силами гарнизона ПО (ЦУС) имеет разветвленную сеть линий и каналов связи, которые обеспечивают круглосуточную связь ЦУС с пожарными частями (ПЧ), специальными службами города (ССГ), административными органами (АО), особо важными объектами (ОВО) и т.д.

Основными техническими средствами связи в гарнизоне ПО являются:

КСВ1 – комплект связи внешний ведомственной сети связи;

КСВ2 – комплект связи внешний абонентских линий городской ТЛФ сети;

КСВ3 – комплект связи внешний линий ЦУС «01», «112»;

КСВ4 – комплект связи внешнего узла связи;

КСВ5 – комплект связи внешней односторонней станции по соединительным линиям;

КАС6 – комплект связи внешнего канала тональной частоты (ТЧ);

КМБ – комплект местной батареи (ТА-57);

ЭАТС-ОС – электронная АТС – оконечная станция;

электронная коммутационная аппаратура.;

ПОС и СОС – пульт и станция оперативной связи;

КОС – коммутатор оперативной связи;

телефонная связь по линиям полной значности городской телефонной сети (ГТС).

Обобщенная схема организации телефонной сети в населенном пункте представлена на рис. 1, а структура сопряжения системы связи гарнизона ПО с сетями связи общего пользования – на рис. 2.

Линии спецсвязи извещения «01», «112», предназначенные для оповещения единой дежурно-диспетчерской службы (ЕДДС)или диспетчера гарнизона ПО

при возникновении пожара, организуются на узле специальной связи (УСС), который создается на базе одной из АТС (в крупных городах УСС создается отдельно).

При организации линий спецсвязи «01», «112» все абоненты населенного пункта делятся на группы (рис. 3).

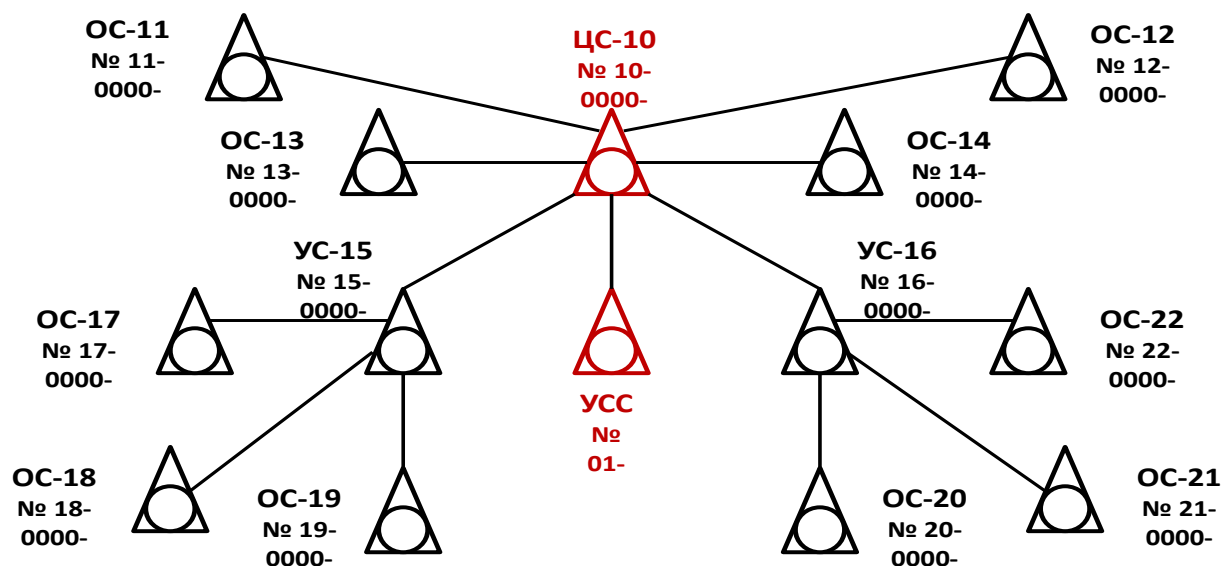


Рисунок 1. Схема организации городской ТЛФ сети
(ЦС – центральная станция, ОС – оконечная станция, УС – узел связи,
УСС – узел специальной связи).

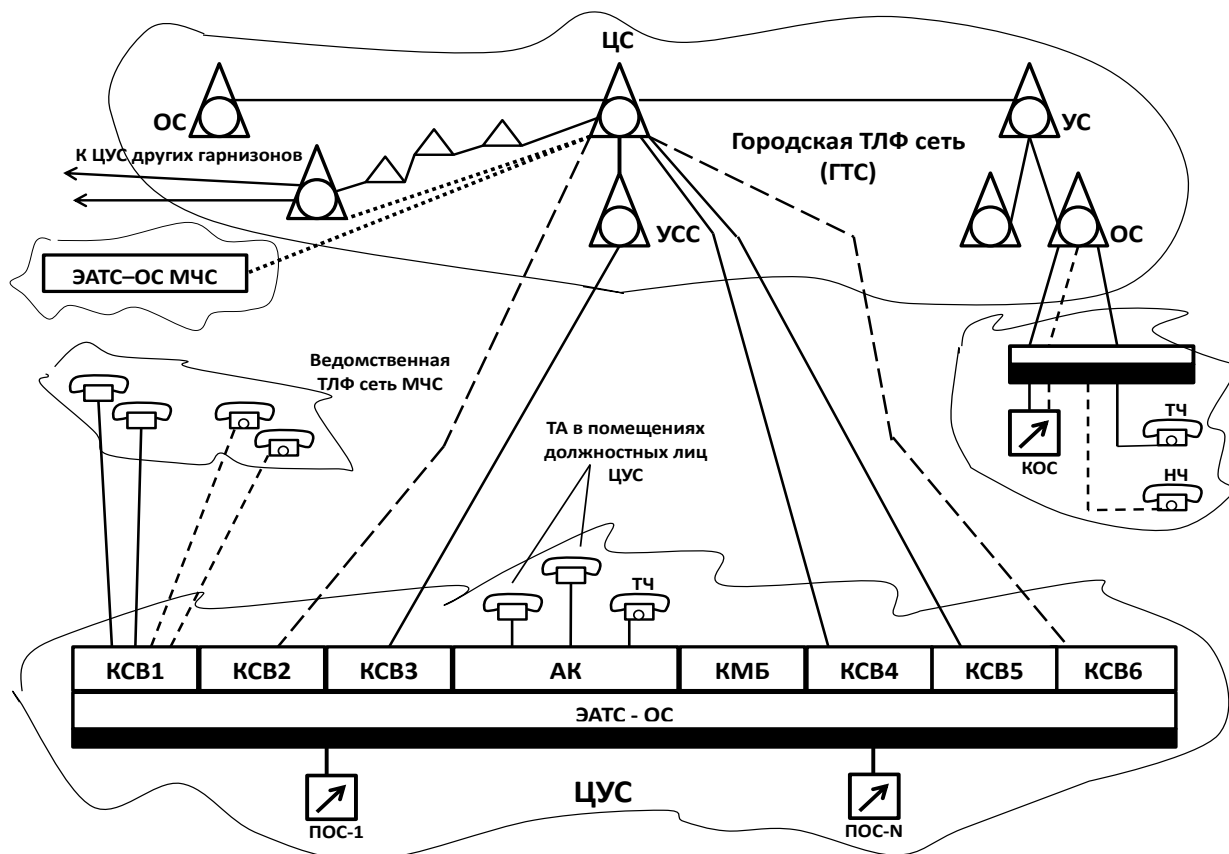


Рисунок 2. Схема сопряжения системы связи гарнизона ПО с сетями общего пользования.

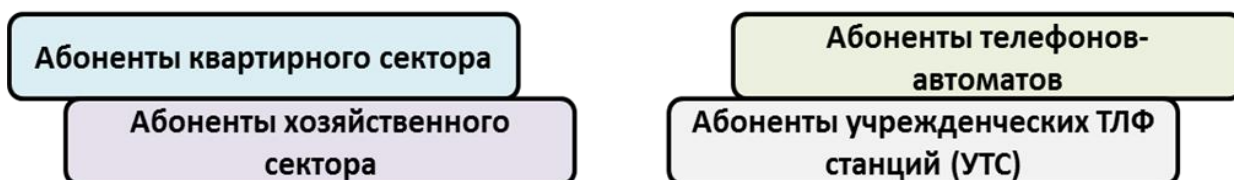


Рисунок. 3. Группы абонентов населенного пункта при организации оповещения о пожарах по линиям спецсвязи «01», «112».

2. Методика и порядок проведения занятия.

Оптимизация сети спецсвязи по линиям «01», «112» сводится к нахождению такого числа данных линий и необходимого числа диспетчеров в составе дежурной смены центрального пункта пожарной связи (ЦППС) или центра управления силами (ЦУС), при которых обеспечивается заданная вероятность потери вызова и необходимая пропускная способность сети спецсвязи.

2.1. Обеспечение необходимой пропускной способности сети спецсвязи «01», «112».

Абсолютная пропускная способность сети спецсвязи определяется выражением

$$S_a = \lambda \cdot P_{обсл.} = 0,1 \cdot 0,99952 = 0,099,$$

т.е., сеть спецсвязи способна обеспечить в среднем 0,099 разговора в минуту.

Среднее число занятых линий спецсвязи можно определить по формуле

$$n_3 = y \cdot (1 - P_{отк3}) = 0,15 \cdot (1 - 0,00048) = 0,15,$$

т. е., в установившемся режиме будет занята лишь одна линия связи.

Коэффициент занятости линий связи будет равен

$$K_3 = n_3 / n = 0,15 / 3 = 0,05.$$

Определяем среднее число свободных линий связи (из трех)

$$n_{cp} = \left[\sum_{k=0}^{n-1} \frac{y^k}{k!} \cdot (n - k) \right] \cdot P_{свобн} =$$
$$\left[3 + \frac{(3-1)}{1!} \cdot 0,15^1 + \frac{(3-2)}{2!} \cdot 0,15^2 \right] \cdot 0,8607 \cong 2,85$$

Коэффициент простоя линии спецсвязи

$$K_n = n_{cp} / n = 2,85 / 3 = 0,95.$$

Фактическая пропускная способность сети спецсвязи по линиям «01», «112» с учетом аппаратурной надежности (K_2) равной 0,8 определяем по формуле

$$S_{\phi} = (1 - P_{отк3}) \cdot K_2 = 0,99952 \cdot 0,8 = 0,799.$$

Следовательно, необходимое число линий связи с учетом аппаратурной надежности данных линий будет равно

$$n_{\phi} = n / K_2 = 3 / 0,8 = 3,75 \cong 4.$$

2.2. Расчёт необходимого числа диспетчеров для обслуживания вызовов по линиям спецсвязи «01», «112».

Время занятости диспетчера обслуживанием одного вызова с учетом, что время обработки уже принятого вызова занимает у диспетчера 4 мин., определяется формулой

$$T_{осл2} = T_{пер} + T_{осл1} = 1,5 + 4 = 5,5 \text{ мин.} = 0,092 \text{ часа.}$$

Зная интенсивность входного потока вызовов (λ равна 0,1 выз/мин., т.е. 6 выз/час) и время обслуживания диспетчером одного вызова ($T_{осл2} = 0,092$ часа), определим полную нагрузку на всех диспетчеров за смену (12 часов)

$$y_d = 12 \cdot \lambda \cdot T_{осл2} = 12 \cdot 6 \cdot 0,092 = 6,62 \text{ час-зан.}$$

Допустимая нагрузка на диспетчера с учетом коэффициента его занятости ($K_d = 0,4$)

$$y_{1дон} = K_d \cdot y_{1max} = 0,4 \cdot 12 \text{ часов} = 4,8 \text{ час-зан.}$$

Тогда число необходимых диспетчеров будет равно

$$n_d = y_d / y_{1дон} = 6,62 / 4,8 = 1,4 \cong 2 \text{ диспетчера}$$

Общий вывод – при заданных исходных данных необходимо иметь 2 диспетчера и 4 линии спецсвязи «01», «112».

Вопросы к практическому занятию.

1. Требования к связи ГПС.
2. Что характеризует род канала связи?
3. Какой элемент вторичной сети связи определяет вид связи?
4. Провод – это... .
5. Кабель – это
6. Проводная связь – это....
7. От чего зависит интенсивность использования того или иного рода связи?
8. Минимальная интенсивность использования проводной связи имеет место
9. Преимущества проводной связи.
10. Недостатки проводной связи.
11. Способы организации проводной связи.

12. Какими двумя группами параметров характеризуются проводные (кабельные) линии связи?

13. Назовите первичные параметры передачи кабельной линии.

14. Назовите вторичные параметры передачи кабельной линии.

15. Первичные параметры взаимного влияния цепей.

16. Вторичные параметры взаимного влияния цепей.

17. Классификация полевых кабелей связи.

18. Для чего предназначены линии спецсвязи «01», «112»?

Литература: [1],[2],[3],[4],[5]

Практическое занятие № 4

Расчёт расстояния между радиорелейными станциями

Цель занятия—приобретение навыков расчёта дальности радиорелейной связи с пожарными отрядами (частями) в районе дислокации гарнизона ПО.

Формируемые компетенции:

ПК-7	способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты
ПК-10	способностью использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
ПК-11	способностью организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды

1. Теоретическая часть.

Радиорелейная связь (РРС) – радиосвязь, сочетающая в себе положительные качества многоканальной электропроводной связи и радиосвязи на ультракоротких волнах (УКВ), состоящих из метровых, дециметровых, сантиметровых и миллиметровых диапазонов волн (рис. 1).

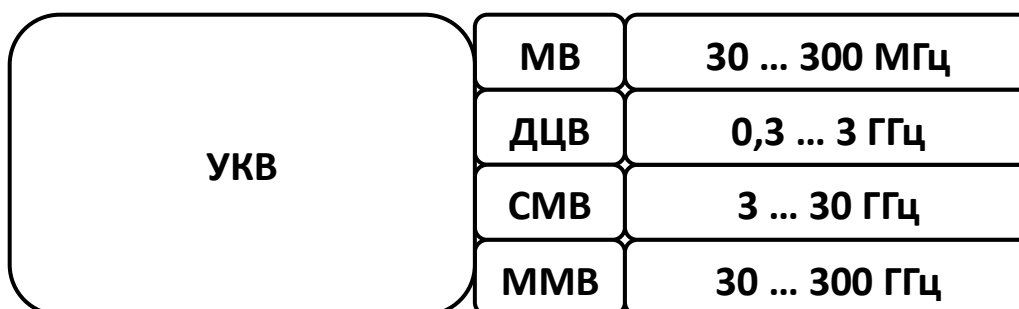


Рисунок 1. Структура диапазона ультракоротких волн (УКВ).

На рис. 1: МВ – метровые волны; ДЦВ – дециметровые волны; СМВ – сантиметровые волны; ММВ – миллиметровые волны.

*Радиорелейные системы передачи (РРСП) – радиорелейные станции (РРСт), в которых передача сигналов электросвязи осуществляется путем их ретрансляции наземными станциями (англ. *reley* – смена). В зависимости от используемого вида распространения радиоволн различают РРСП *прямой видимости* и *тропосферные*.*

РРСП прямой видимости– РРСт, в которых передача сигналов электросвязи осуществляется путем их ретрансляции наземными станциями, находящимися в пределах *прямой видимости* (около 40 ... 70 км). По этой причине для организации одной РРЛ в аппаратной РРС необходимо иметь *два полуконспекта РРСт*, каждый из которых обеспечивает связь на одном из двух действующих в рамках данной РРЛ информационных направлений.

Тропосферная связь (ТРС) – радиосвязь, основанная на рассеянии и отражении радиоволн от неоднородностей в нижних слоях атмосферы (тропосфере).

Тропосферные системы передачи (ТРСП) – РРСт, в которых передача сигналов электросвязи осуществляется путем ретрансляции радиосигналов с использованием рассеяния и отражения радиоволн в тропосфере при расположении наземных станций за пределами прямой видимости. Соседние станции тропосферной линии (ТРЛ) обычно располагаются на расстоянии 200...300 км друг от друга, которое при благоприятных условиях может быть увеличено до 500...600 км. Возможность перекрывать большие расстояния является основным преимуществом ТРЛ.

Особенности распространения радиоволн УКВ диапазона представлены на рис 2.

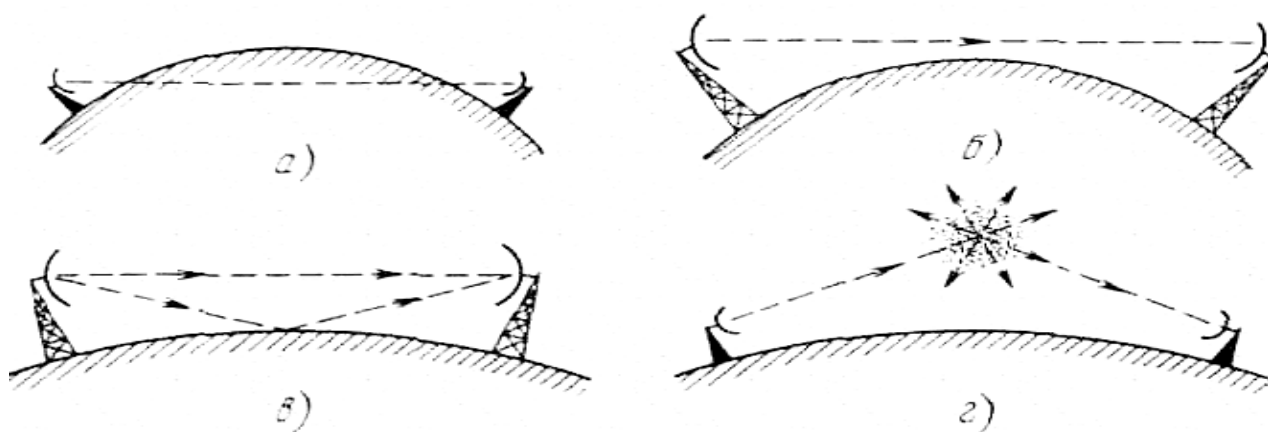


Рисунок 2. Особенности распространения радиоволн УКВ диапазона.

Особенности радиорелейной связи:

применение дециметрового, сантиметрового и миллиметрового диапазонов волн;

использование земной волны при ограниченной длине одного интервала;

использование принципа ретрансляции сигналов для обеспечения требуемой дальности;

применение остронаправленных антенн.

На рис. 3 представлена типовая диаграмма направленности антенны РРСт.

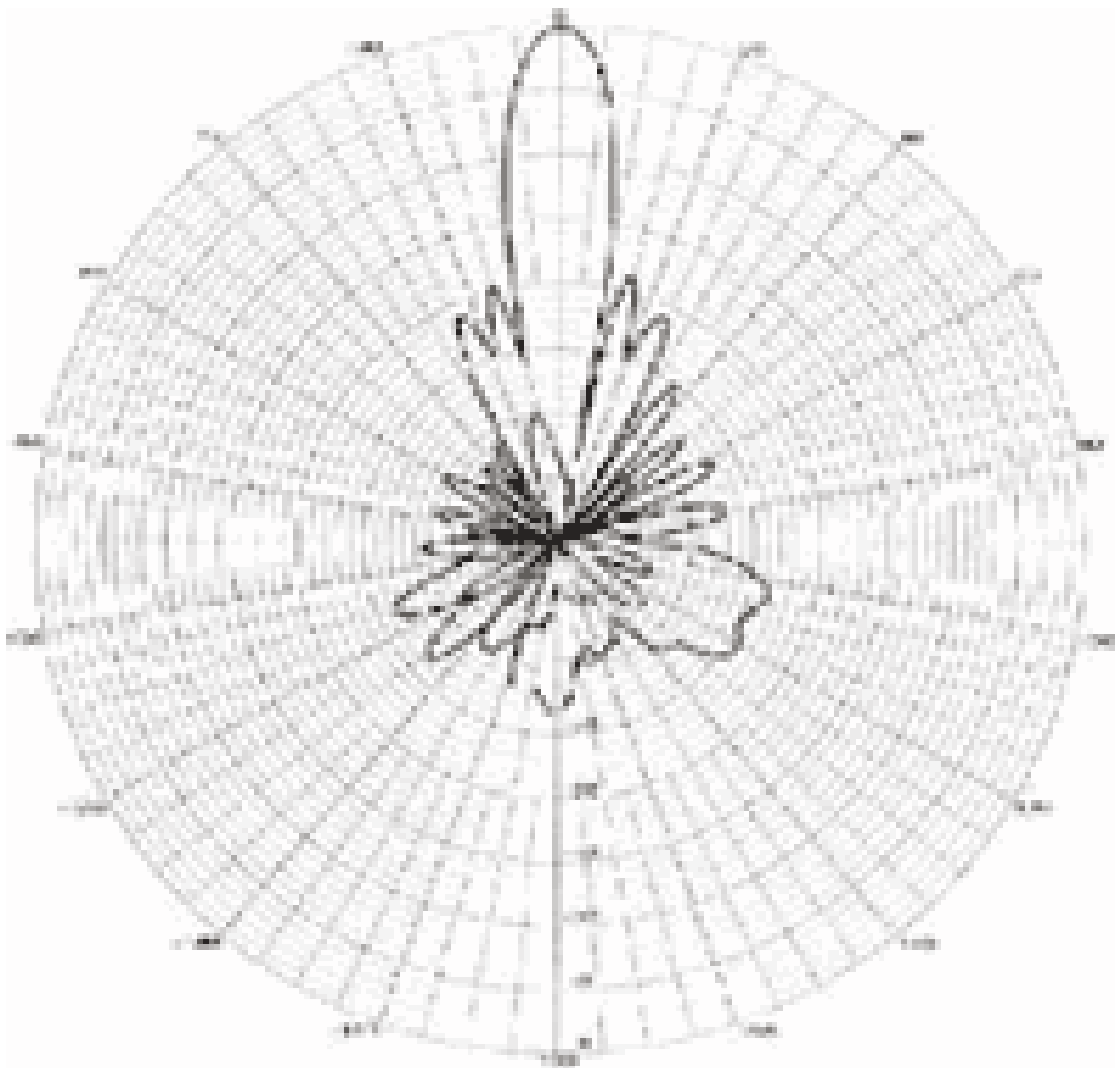


Рисунок 3. Типовая диаграмма направленности антенны РРСт.

Связь, образованная радиорелейными средствами, может быть организована по направлению, оси или сети (связь тропосферными станциями обычно организуется по направлению).

Способы организации РРС представлены на рис. 4. Для организации *радиорелейной сети* требуется один полукомплект РРСт с антенной круговой направленности, что существенно сказывается на дальности связи.

Радиорелейное направление (РРН)	Радиорелейная ось (РРО)	Сеть радиорелейной связи (СРРС)
РРН – способ организации РРС между двумя пунктами управления (корреспондентами)	РРО - способ организации РРС старшего пункта управления с несколькими подчиненными пунктами управления по каналам одной РРЛ	СРРС - способ организации РРС, при котором связь старшего пункта управления (корреспондента) с несколькими подчиненными осуществляется с помощью одного полуконтакта РРСт.

Рисунок 4. Способы организации РРС.

Рис. 5 демонстрирует способы информационно-наглядного представления схем организации РР и тропосферной связи.

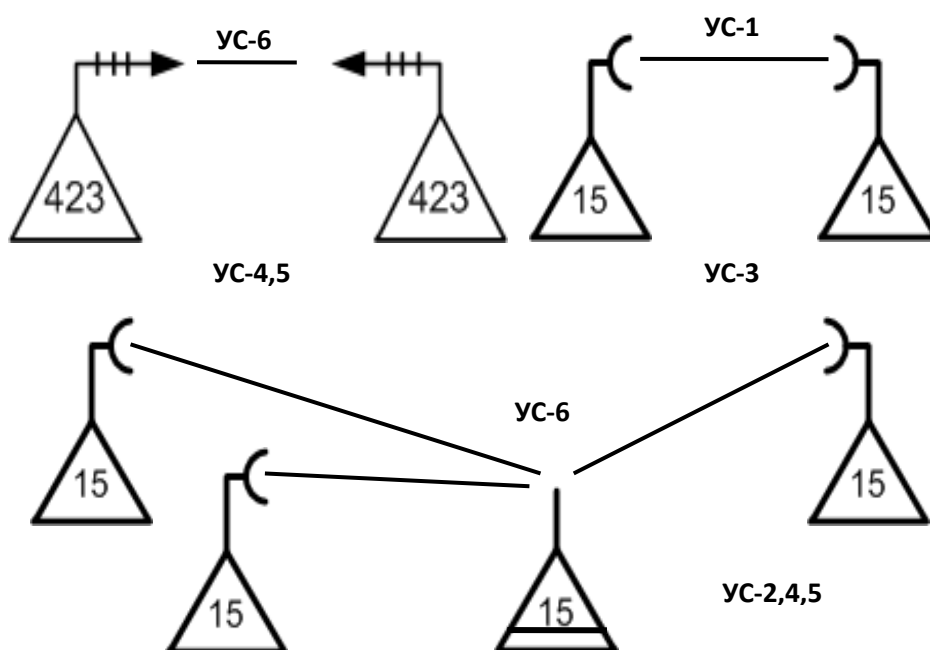


Рисунок 5. Условные знаки и способы изображения организации РР и тропосферной связи.

Внутри представленных на рис. 5 треугольников указывается тип РРСт (например, Р-423), часто тип РРСт указывается путем написания внутри треугольника только двух последних цифр типа РРСт (например, Р-415).

ТРН-432, РРН-121, РРС-457 указывают на номер радиорелейного (тропосферного) направления или радиорелейной сети.

Главная РРСт в радиорелейной сети РРС-547 является стационарной, остальные станции на рис. 5 являются подвижными.

Структура РРЛ на местности (ее топология) характеризуется конфигурацией трассы, под которой понимается линия (ломаная), соединяющая точки развертывания радиорелейных станций в порядке следования интервалов. Как правило, конфигурация трассы строится зигзагообразной, поскольку при этом затрудняется радиодоступ и радиоподавление РРЛ, снижается уровень помех от своих близлежащих станций, благодаря чему частоты через несколько интервалов можно использовать повторно (рис. 6).

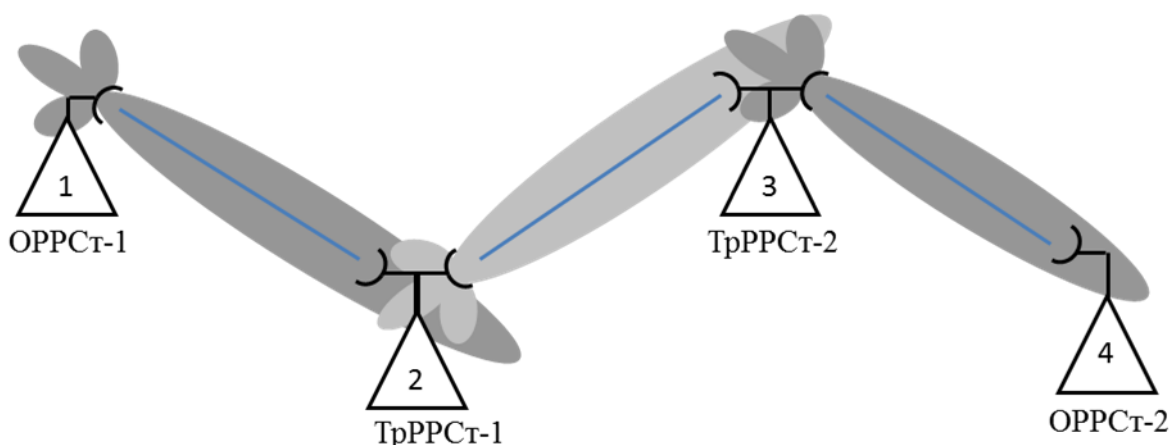


Рисунок 6. Топология РРЛ
(оконечные РРСт-1,2 обеспечивают связь между собой
посредством двух транзитных РРСт).

Дальность связи в пределах одного интервала РРЛ ограничивается расстоянием прямой видимости между антеннами (высотой h) соседних РРСт.

2. Методика и порядок проведения занятия.

2.1. Определение расстояния между РРСт, расположенными на ровной местности

Поскольку дальность РР связи определяется наличием прямой видимости между антеннами корреспондирующих РРСт, устойчивость РР связи определяется

высотой антенн РРСт, рельефом местности, и мощностью полезного сигнала в антеннах РРСт. На рис. 7 представлена схема расположения двух РРСт при условии их расположения на «ровной» местности.

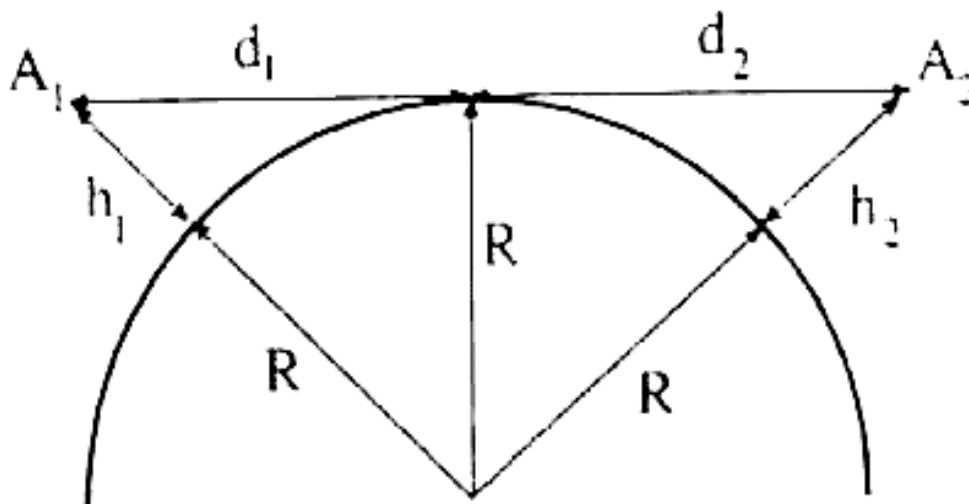


Рисунок 7. Ситуационная схема для определения расстояния между РРСт, расположенными на «ровной» местности.

Условные обозначения на рис. 7:

R – средний радиус Земли (6370 км);

h_1, h_2 – высота антенн A_1 и A_2 ;

$d_1 + d_2 = D$ – расстояние между РРСт.

Прямая линия, изображающая траекторию волн и состоящая из отрезков d_1 и d_2 , почти касается земли. Если антенны сблизить, то зазор между лучом и землей увеличится, если же разнести их на большее расстояние, то при той же высоте антенн волны проходить не смогут.

Применяя теорему Пифагора и учитывая, что высоты h_1 , и h_2 малы в сравнении с радиусом земли R , можно определить расстояние D между антеннами A_1 и A_2 , равное сумме $d_1 + d_2$:

$$D = 3,57 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

В данной формуле D измеряется в километрах, h_1 и h_2 – в метрах.

Задание: определить расстояние между РРСт, расположенных на «ровной» местности, при различных вариантах высоты антенн.

Таблица 1

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$h1(m)$	10	12	14	16	18	20	22	24
$h2(m)$	24	26	28	30	32	34	36	38

Вопросы к практическому занятию.

1. Дайте определение понятию «радиорелейная связь».
2. Дайте определение понятию «радиорелейная система передачи».
3. Как различаются РРСП в зависимости от используемого вида распространения радиоволн?
4. РРСП прямой видимости–
5. Тропосферная связь (ТРС) –
6. Тропосферные системы передачи (ТРСП) –
7. Способы организации РР связи.
8. Чем характеризуется структура РР линии на местности (ее топология)?
9. Чем ограничивается дальность РР связи на одном интервале РР линии?.
10. С помощью какой формулы можно определить расстояние между РР станциями, при их нахождении на «ровной» местности?.

Литература: [1],[2],[3],[4],[5]

Практическое занятие № 5

Расчет интенсивности входного потока вызовов в сети радиосвязи

Цель занятия: изучение методики расчёта интенсивности входного потока вызовов в сети радиосвязи

Формируемые компетенции:

ПК-7	способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты
ПК-10	способностью использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
ПК-11	способностью организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды

Теоретическая часть.

Случайные потоки вызовов классифицируются в зависимости от наличия трех свойств:

- стационарности;
- последствия;
- ординарности.

Стационарность потока означает, что с течением времени вероятностные характеристики не меняются. Для стационарного потока $P_k(t_0, t)$ зависит только от величины промежутка t_k , t_0 и не зависит от t_0 . Стационарный поток поэтому можно задавать семейством условных вероятностей $F_i(t)$ поступления k вызовов в промежутке t , если в начальный момент промежутка поступил вызов.

Последствие означает зависимость вероятностных характеристик потока от предыдущих событий.

Стационарный поток без последствия можно задавать семейством вероятностей $P_k(t)$ поступления k вызовов на промежутке t .

Ординарность потока означает практическую невозможность группового поступления вызовов. Вероятность поступления двух и более вызовов за любой бесконечно малый промежуток времени Δt есть величина более высокого порядка малости, чем этот промежуток

$$P_{k \geq 2}(\Delta t) = o(\Delta t)$$

Ведущая функция случайного пока $x(0, t)$ есть математическое ожидание числа вызовов в промежутке времени $(0, t)$.

Параметр потока $\lambda(t)$ в момент времени t есть предел отношения вероятности поступления не менее одного вызова в промежутке $[t, t + \Delta t)$ к величине этого промежутка Δt если Δt стремится к нулю.

Параметр определяет плотность вероятности наступления вызывающего момента в момент t . Из этого определения следует, что вероятность поступления хотя бы одного вызова пропорциональна $\Delta t \lambda(t)$

$$P_{i \geq 1}(t, t + \Delta t) = \lambda(t) \Delta t + o(\Delta t)$$

Для стационарного потока параметр не зависит от t , и является постоянным.

$$P_{i \geq 1}(\Delta t) = \lambda(\Delta t) + o(\Delta t)$$

Интенсивность стационарного потока μ – есть математическое ожидание числа вызовов в единицу времени.

Если рассматривать общий случай, то есть средняя интенсивность и мгновенная интенсивность.

Средняя в промежутке есть матожидание числа вызовов в промежутке в единицу времени.

$$x(0, t_2) - x(0, t_1)$$

$$\mu(t_1, t_2) =$$

$$\frac{t_2 - t_1}{t_2 - t_1}$$

Мгновенная интенсивность есть производная о ведущей функции по времени

$$\frac{x(0, t + \Delta t) - x(0, t)}{\Delta t}$$

$$\mu(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(0, t + \Delta t) - x(0, t)}{\Delta t}$$

$$\Delta t \rightarrow 0$$

Соотношения между λ и μ .

Интенсивность характеризует поток вызовов, а параметр потока – вызывающие моменты.

Поэтому $\mu \geq \lambda$ для ординарного $\mu = \lambda$.

На основе свойств потоков и производится классификация.

1. Простейший (Пуассоновский).
2. Примитивный (Энгсетовский).
3. Пуассоновский со случайным параметром.
4. Неординарный Пуассоновский.
5. Пуассоновский с неординарными вызовами.
6. Сглаженный.
7. С повторными вызовами..
8. С ограниченным последствием.

Из перечисленных нас будут интересовать только 1, 2 и 7.

Простейший поток вызовов

Определение. Стационарный, ординарный поток без последствия называется простейшим или Пуассоновским. Задается простейший поток семейством вероятностей $P_i(t)$ поступления $i (i = 0 \dots \infty)$ вызовов за промежуток (t) .

Вероятность поступления $P_i(t)$ определяется формулой Пуассона.

$$P_i(t) = (\lambda^i t^i e^{-\lambda t}) / i!$$

Простейший поток обладает набором свойств, среди которых основное – равенство математического ожидания и дисперсии числа вызовов.

$$M_i = D_i = \lambda t$$

Эти свойства используются для распознавания простейшего потока.

Другое важное свойство – при объединении простейших потоков образуется общий поток тоже простейший с параметром равным сумме параметров исходных потоков.

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$$

Примитивный поток вызовов

Ординарный поток, параметр которого λ_i пропорционален числу свободных источников N_i в состоянии обслуживающей системы i , называется примитивным

$$\lambda_i = \alpha N_i = \alpha (N - i)$$

где α – параметр одного источника в свободном состоянии;

N – общее число источников;

i – число занятых источников.

Примитивный поток с ростом числа источников N и уменьшением α переходит в простейший, так как при достаточно большом N $\lambda = N\alpha$ и меньше сказывается последствие. При числе источников больше 300 можно поток, создаваемый этими источниками можно принимать за простейший.

Поток с повторными вызовами

Повторные вызовы появляются вследствие отказа в обслуживании. Поток с повторными вызовами можно записать

$$\lambda_i = \alpha (N - I - j) + \beta j$$

где j – число источников, повторяющих вызовы,

β – интенсивность повторений одним источником.

Так как параметр определяется состоянием системы, то такой поток является с простым последствием.

Время обслуживания и поток освобождений

Время обслуживания может быть детерминированным и случайным. Детерминированный задается последовательностью величин h_k . Если $h_k = h$ получим постоянное время обслуживания.

Случайное время обслуживания задается законом распределения времени обслуживания

Наиболее простым является показательный закон, который и принят для задания времени обслуживания.

$$p(\xi < t) = 1 - e^{-t/h}$$

где h – среднее время обслуживания.

В дальнейшем величину h среднее время обслуживания принимаем за условную единицу времени.

$$h = 1 \text{ у.е.в.}$$

Последовательность моментов окончания обслуживания образуют поток освобождений. Параметр потока освобождений прямо пропорционален числу занятых источников.

$$\lambda_{\text{осв}} = k/h$$

2. Методика и порядок проведения занятия.

Структурная схема системы оперативной связи гарнизона ПО представляет собой упорядоченную совокупность различных видов проводной и радиосвязи, которая предназначена для управления силами и средствами тушения пожаров и должна обеспечивать обмен информацией подразделений гарнизона между собой, а также с внешними абонентами города.

На рис. 1 приведена структурная схема системы оперативной связи гарнизона пожарной охраны. Из схемы видно, что ЦУСС гарнизона имеет разветвленную сеть линий и каналов связи, основные из которых обеспечивают круглосуточную связь с пожарными частями (ПЧ), специальными службами города (ССГ), административными органами (АО), особо важными объектами (ОВ0).

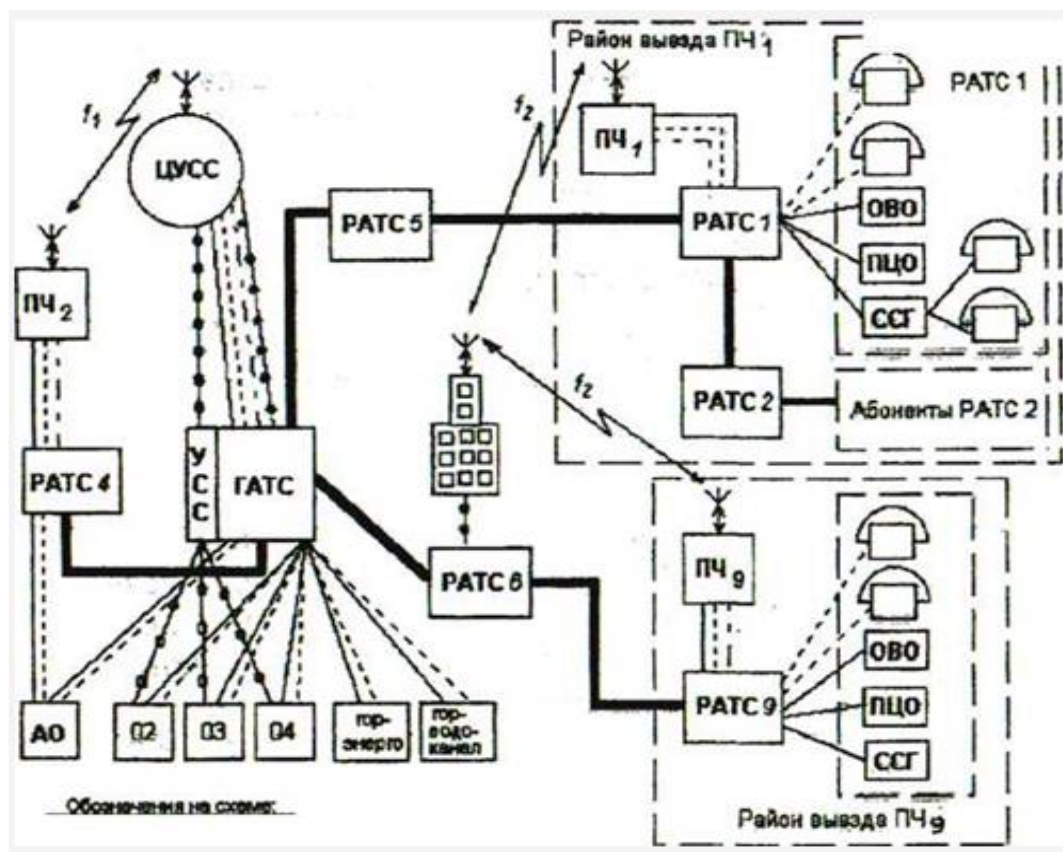


Рисунок 1. Структурная схема системы оперативной связи гарнизона пожарной охраны

Для повышения надежности (живучести) связи используют несколько дублирующих друг друга линий связи. Линии связи ЦУСС и ПЧ включают в себя некоммутируемые (прямые) телефонные линии связи, линии АТС полной значности, специальную связь по линиям «01», радиосвязь, факсимильную и телеграфную связь [2].

Связь ЦУСС с ССГ осуществляется по прямым некоммутируемым линиям связи, по линиям АТС и по линиям спецсвязи 01 через узел спецсвязи (УСС). Связь ЦУСС с особо важными объектами осуществляется по прямым линиям связи, по линиям АТС и по высокочастотным (ВЧ) каналам. Высокочастотные каналы, как правило, служат для передачи дискретных сигналов, в частности, от датчиков контроля автотранспорта, находящегося в депо пожарных частей, а также от аппаратуры автоматической пожарной сигнализации, установленной на охраняемых объектах.

При наличии в городе совмещенной охранно-пожарной сигнализации ЦУСС и ПЧ имеют связь по прямым линиям связи и по линиям АТС с пунктами централизованной охраны (ПЦО). Сигналы, принятые на ПЦО от совмещенных объектовых устройств тревожной сигнализации, передаются на ЦУСС или в пожарную часть.

Связь на месте пожара при организации оперативного штаба пожаротушения на базе автомобиля связи и освещения (АСО) осуществляется с использованием средств радио- и проводной связи. Для организации проводной связи используется коммутатор оперативной связи (КОС), к которому подключены телефонные аппараты с тональным вызовом для руководителя тушения пожара (РТП) и начальников боевых участков (НБУ). Для организации телефонной связи РТП с диспетчером ЦУСС в коммутаторе предусмотрена возможность подключения к телефонной сети города через районную АТС (РАТС).

Для осуществления громкоговорящего оповещения на месте пожара используется усилитель мощности (УМ), к которому подключены громкоговорители на каждый боевой участок. При этом РТП с помощью выносного микрофона (М) имеет возможность передачи информации на все боевые участки.

Для организации радиосвязи руководителя тушения пожара с диспетчером ЦУСС и дежурными караулами пожарных частей на автомобиле связи и освещения установлена возимая радиостанция (РВ), а в пожарных частях и на ЦУСС устанавливаются стационарные радиостанции. Радиосвязь РТП с начальниками боевых участков осуществляется с помощью носимых радиостанций (РН).

Выбор и обоснование перечня технических средств для организации системы оперативной связи

Для организации системы оперативной связи гарнизона пожарной охраны могут быть использованы технические средства проводной и радиосвязи [3, 4].

Технические средства проводной связи

В состав технических средств проводной связи входят:

- а) пульт оперативной связи типа ПОС-90;
- б) станции оперативной связи типов СОС-30М, СОС-60 и СПС-10/20 (пульта и станции оперативной связи предназначены для организации оперативной телефонной и громкоговорящей связи);
- в) телефонные аппараты ТА-68ЦБ (центральная батарея) - для включения в абонентские линии станций оперативной связи; ТА-68 АТС - для включения в абонентские линии АТС любой системы; ТАН-70, ТАН-76. ТАН-ННК и ТАН-У-74 служат для включения в абонентские линии АТС, причем ТАН-ННК имеет кнопочный номеронабиратель, а ТАН-У-74 - встроенный усилитель звука;
- г) аппараты телеграфной связи: телеграфный аппарат рулонный трехрегистрационный типа Т-63М; телеграфные аппараты типа РТА-70. РТА-60, РТА-80, СТА-М67.

Технические средства диспетчерской оперативной связи

Диспетчерская оперативная связь предназначена для оперативного управления силами и средствами тушения пожаров и обеспечивает оперативное установление избирательной и циркулярной связи между руководителем или ответственным дежурным по подразделению (диспетчером) и исполнителями.

В диспетчерскую связь входят: центральный пульт, групповые пульта, оконечные абонентские устройства, подключенные к групповым пультам посредством абонентских линий.

Промышленностью выпускаются специальные установки (коммутаторы) диспетчерской связи:

- коммутаторы диспетчерские КД-60, КД-120;
- установки оперативной телефонной связи типа "Псков-1" и "Псков-27", "Кристалл-70" и "Кристалл-110" и установка типа МИГ;
- аппаратура командно-диспетчерской связи типа "Радиус";
- унифицированная аппаратура связи типа "Лютик" и др.

Технические средства радиосвязи

В состав технических средств радиосвязи входят:

- а) радиостанции стационарные: центральная "Виола-Ц" и "Виола-АС";
- б) радиостанции, возимые: автомобильная "Виола-АА" и для установки на пожарном автомобиле "Виола-АП";
- в) радиостанции носимые: типов "Сапфир", "Радий", "Транспорт РН-12".

Технические средства факсимильной радиосвязи

Факсимильная связь предназначена для передачи и приема документальных сообщений, представленных в виде буквенно-цифровых, полутонных и графических изображений. Связь осуществляется по проводным и радиоканалам.

При использовании факсимильной аппаратуры для осуществления связи по радиоканалу применяются радиостанции УКВ-диапазона, которые устанавливаются на подвижных объектах. Факсимильная аппаратура состоит из факсимильного передатчика "Формат-Д" и факсимильного приемника "Фор-мат-ПА".

Факсимильная аппаратура типа "Иней", состоящая из передающего факсимильного аппарата Ф4ДН и приемного факсимильного аппарата Ф4ПН, предназначена для передачи и приема различных полутонных изображений.

Кроме того, промышленностью выпускается аппарат факсимильной связи типа "Штрих-М", предназначенный для передачи и приема различных изображений, документальных сообщений, графического и текстового материалов по каналам проводной связи.

Технические средства распорядительно-поисковой связи

Распорядительно-поисковая связь (РПС) предназначена для передачи:

информации оперативного характера с приемом ее непосредственно на акустические средства ЦУСС (местное оповещение), а также по проводным линиям связи руководителям и спецслужбам города (общее оповещение);

распоряжений в пределах ЦУСС.

Распорядительно-поисковая связь состоит из центрального усилителя мощностью от 100 до 1000 Вт, устройств коммутации, линейных сооружений и громкоговорителей. РПС организуется по схеме одностороннего действия.

Технические средства радиопоисковой связи

Радиопоисковая связь предназначена для организации поисковой связи работников ЦУСС пожарной охраны. Используемая при этом система персонального радиовызова "Поиск-1" служит для передачи условного сигнала абоненту, имеющему персональный приемник.

Аппаратура контрольной звукозаписи

Содержание информации, передаваемой по каналам связи, регистрируется с помощью аппаратуры магнитной записи. Число устанавливаемых магнитофонов зависит от количества предназначенных для контроля каналов связи. К каждому магнитофону подводится центральная часовая сеть для автоматической фиксации времени ведения переговоров.

В сетях оперативной связи пожарной охраны используются следующие типы магнитофонов;

- а) 10-канальный магнитофон типа П-500 отечественного производства;
- б) выпускаемые предприятием БРГ (Венгрия) 4-, 8- и 16-канальные магнитофоны типов ШХР-204, ШХР-208 и ШХР-216 соответственно.

Примерный перечень технических средств, необходимых для организации системы оперативной связи гарнизона ПО, приведен в табл. 1.

Таблица 1

Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Примечание
Пульт оперативной связи типа ПОС-90	1	Имеет 2 пульта управления, 90 линий прямых абонентов, 2 линии выделенных абонентов, 3 соединительные линии к спецслужбам
Станция оперативной связи типа СОС-ЗОМ	7	Имеет 1 пульт и 30 прямых линий
Телефонный аппарат типа ТАН-67	11	Настольного типа
Телефонный аппарат типа ТАН/ННК	5	Шест кнопочный набиратель
8-канальный магнитофон типа ШХР-208	1	Производства БРГ (Венгрия)

Пульт тревожной сигнализации и оповещения ПТСО-10	7	Изготовитель г. Санкт-Петербург
Телеграфный аппарат типа РТА-80	9	Производства России
Радиостанция стационарная типа "Виола-АС"	8	Мощность излучения передатчика $P_{\text{пер}} = 10$ Вт.
Радиостанция возимая типа "Виола-АА"	20	Разнос частот между соседними каналами 25 кГц
Сеть распорядительно-поисковой связи. Центральный усилитель типа ТУ-600	1	Мощность усилителя от 100 до 1000 Вт. Один усилитель резервный ТУ-100
Громкоговоритель	15	Типа 25 ГРД-1У-5 - 5 шт. Типа 10 ГРД-1У-5 - 10 шт.
Аппаратура факсимильной связи	2	Передатчик типа "Формат-Д" Приемник типа "Формат ПА"

Расчет основных характеристик системы оперативной связи. Расчет характеристик устойчивости системы оперативной связи

Устойчивость системы связи, состоящей из n каналов связи (например, из одного основного и нескольких резервных каналов), характеризуется вероятностью ее безотказной работы

$$P_n(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i)$$

где $P_i = \exp(-\lambda_{\text{п}} t)$ - вероятность безотказной работы i -го канала связи;

$\lambda_{\text{п}}$ – интенсивность повреждения канала связи; t – время работы канала связи.

Устойчивость системы оперативной связи, состоящей из двух каналов связи, оценивается по формуле

$$P_2(t) = 1 - [(1 - P_1)(1 - P_2)] = 1 - [(1 - 0,93)(1 - 0,93)] = 0,9951$$

Таким образом, в результате резервирования основного канала связи устойчивость структуры оперативной связи в целом повышается на величину

$$P_2(t) - P_1 = 0,9951 - 0,93 = 0,0651$$

Оптимизация сети спецсвязи по линиям 01 и расчет характеристик ее пропускной способности

Оптимизация сети спецсвязи сводится к нахождению такого числа линий связи 01 и диспетчеров, при которых обеспечиваются заданная вероятность потери вызова $P_{\text{п}} = 0,001$ и необходимая пропускная способность сети спецсвязи.

Последовательно увеличивая число линий связи с 1 до n , находим такое число линий связи, при котором выполняется условие $P_{\text{отк}} < P_{\text{п}}$.

$$y = \lambda \cdot T_n = 0,22 \cdot 1,1 = 0,242_{\text{мин-зан.}}$$

Необходимое число линий связи с учётом аппаратурной надёжности

$$P_3 = \frac{n}{K_r} = \frac{3}{0,94} = 3,19, \text{ т.е. принимаем } 4$$

Время занятости диспетчера обслуживанием одного вызова

$$T_{обс2} = T_n + T_{обс1} = 1,1 + 1,45 = 2,55_{\text{мин.}} - 0,0425 \text{ ч.}$$

По заданной интенсивности входного потока вызовов $\lambda = 0,22_{\text{выз/мин}}$, поступивших в сеть спецсвязи, и времени обслуживания одного вызова диспетчером $T_{обс2} = 0,0425$ ч. определим полную нагрузку на всех диспетчеров за смену, т. е. за 12 ч.:

$$Y_D = 12 \cdot \lambda \cdot T_{обс2} = 12 \cdot 0,22 \cdot 60 \cdot 0,0425 = 6,732_{\text{ч-зан.}},$$

где 60 – количество минут в 1 ч (при переводе λ в выз/ч).

Допустимая нагрузка на одного диспетчера за смену с учётом коэффициента занятости диспетчера

$$Y_{дон} = K_D \cdot Y_{1макс} = 0,6 \cdot 12 = 7,2_{\text{ч-зан.}}$$

Определим необходимое число диспетчеров

$$N = \frac{Y_D}{Y_{дон}} = \frac{6,732}{7,2} = 0,935$$

Округляя результат, определяем: один диспетчер.

Таким образом, по результатам оптимизации сети спецсвязи определено, что необходимо иметь 3 линии связи 01 и одного диспетчера.

Определение необходимых высот подъема антенн стационарных радиостанций

При определении высот подъема антенн стационарных радиостанций ЦУСС и ПЧ, обеспечивающих заданную дальность радиосвязи до самой удаленной ПЧ, воспользуемся графическими зависимостями напряженности поля $E_{\text{доп}}$, дБ полезного сигнала от расстояния d , км между антеннами для различных значений произведения высот подъема антенн $h_1 h_2$, м². Эти графические зависимости приведены на рис. 2 [8].

Графики построены для мощности излучения передатчика $P_{\text{пер}} = 10$ Вт. В случае отличия мощности излучения передатчика от 10 Вт необходимо пользоваться графиком, приведенным на рис. 3 [8]. Этот график представляет собой зависимость значений поправочного коэффициента B , учитывающего изменение мощности передатчика от 1 до 100 Вт в зависимости от типа применяемых радиостанций [7].

Графики напряженности поля (см. рис. 2) приведены для среднепересеченной местности (параметр рельефа местности $\Delta h = 50$ м). Среднепересеченной считается такая местность, на которой среднее колебание отметок высот не превышает 50 м [6].

В нашем случае имеется отличие рельефа местности от среднепересеченного и потому необходимо учитывать дополнительный коэффициент ослабления $V_{\text{осл}}$, значения которого для полосы частот 140-174 МГц приведены в табл. 2 [8]. При $\Delta h=120$ м $V_{\text{осл}}=5$ дБ.

При расчете условий обеспечения заданной дальности радиосвязи минимальное значение напряженности поля полезного сигнала $E_{\text{мин}}$, дБ, при которой обеспечивается высокое качество радиосвязи, принимается равным 20 дБ (10 мкВ/м).

При одновременной работе близко расположенных радиостанций, работающих в различных радиосетях (на различных несущих частотах), возникает проблема обеспечения их электромагнитной совместимости, т. е. проблема

обеспечения совместной работы радиостанций без взаимных мешающих влияний. Под мешающими влияниями, прежде всего, понимается влияние передатчика одной радиостанции на приемник другой радиостанции, разнесенных между собой территориально и по частоте. Мешающие влияния должны учитываться, в первую очередь, в части блокирования полезного сигнала мешающим. Результаты экспериментальных исследований приемопередатчиков стационарных и возимых радиостанций показали, что для обеспечения заданного качества и надежности радиосвязи (заданного отношения сигнал/шум на выходе низкочастотного, тракта приемника) в случае превышения допустимого уровня мешающего сигнала требуется пропорциональное увеличение уровня полезного сигнала на входе приемника [7]. Таким образом, для обеспечения радиосвязи с заданным качеством и надежностью (при заданной в контрольной работе величине превышения допустимого уровня мешающего сигнала $\Delta E_{\text{доп}}$, дБ) необходимо минимальную величину напряженности поля $E_{\text{мин}}$ увеличить на величину $\Delta E_{\text{доп}}$ (т.е. на то же число децибел).

Определение дальности радиосвязи необходимо проводить исходя из минимального значения напряженности с учетом влияния рельефа местности, выходной мощности передатчика, затухания антенно-фидерных трактов передатчика $P_1 \cdot l_1$ и приемника $P_2 \cdot l_2$, коэффициентов усиления передающей C_1 и приемной C_2 антенн, величины превышения допустимого уровня мешающего сигнала. Таким образом, с учетом вышеизложенного, величина напряженности поля полезного сигнала определяется по формуле:

$$E_{\Pi} = E_{\text{мин}} + l_2 - B_{\text{ф}} + P_1 \cdot l_1 - C_1 + P_2 \cdot l_2 - C_2 + \Delta E_{\text{доп}}$$

где $P_1 = P_2 = 0,15$ - коэффициент погонного затухания фидерного тракта передатчика и приемника соответственно, дБ/м;

l_1 и l_2 - длина фидерного тракта передатчика радиостанции ЦУСС и приемника радиостанции ПЧ соответственно, м;

$C_1 = C_2 = 1,5$ - коэффициент усиления антенн передатчика и приемника соответственно, дБ;

$B_{\text{ц}}$ - поправочный коэффициент, величина которого принимается равной 0 дБ (в соответствии с графиком рис. 3 [8]) в случае использования радиостанций типа "Виола", имеющих мощность излучения передатчика $P_{\text{пер}} = 10$ Вт.

$$E_{\text{п}} = 20 + 5 - 0 + 0,15 \cdot 7 - 1,5 + 0,15 \cdot 5 - 1,5 + 1 = 24,8 \text{ дБ}$$

По полученной величине напряженности поля полезного сигнала на входе приемника $E_{\text{п}} = 24,8$ дБ и заданному удалению ПЧ от ЦУСС (заданной дальности радиосвязи) $d = 28$ км с помощью графиков (см. рис. 2 [8]) определяется произведение высот антенн $h_1 h_2 = 180 \text{ м}^2$. Из полученного результата выбираются необходимые высоты стационарных антенн ЦУСС - $h_1 = 18$ м и удаленной ПЧ - $h_2 = 10$ м.

3. Вопросы к практическому занятию.

1. Служба пожарной охраны (ПО) – ...
2. В каких руководящих документах изложены задачи органов власти по созданию и поддержанию в постоянной готовности к применению систем оповещения – ...
3. Какое требование к управлению силами ликвидации ЧС позволяет реализовать система оповещения? ...
4. Приказом МЧС РФ, Министерства информационных технологий и связи РФ и Министерства культуры и массовых коммуникаций РФ 2006 г. N 422/90/376 введено в действие ...
5. СО представляет собой ...
6. На каждом уровне системы управления РСЧС действуют ...
7. Системы оповещения РСЧС функционируют в трех режимах: ...
8. Общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей (ОКСИОН) представляет собой ...
9. ОКСИОН находится в оперативном управлении ...
10. Основные элементы ОКСИОН: ...

11. Какие СО создаются на потенциально опасных объектах –
12. Какие зоны покрытия для ЛСО установлены для основных ПОО РФ?
13. Порядок использования ЛСО:
14. Кто принимает решение на задействование ЛСО? ... (руководитель ПОО или лицо его замещающее).
15. Кто в исключительных, не терпящих отлагательств , обстоятельствах может принять решение на задействование ЛСО? ...
16. Что является юридической основой принятия ЛСО в эксплуатацию? ...
17. Копии каких документов при вводе в эксплуатацию ЛСО должны быть направлены в органы управления по делам ГОЧС субъекта РФ, города (городского района)? ...
18. Особое требование к ЛСО – ...
19. Системы оповещения о пожаре классифицируются по следующим признакам: ...
20. Назовите способы оповещения о пожаре – ...
21. Как классифицируются СО о пожаре по очередности оповещения? ...
22. Управление системой оповещения должно осуществляться из ...
23. Сигналы оповещения должны
24. Количество оповещателей, их расстановка и мощность должны ...
25. Оповещатели не должны иметь
26. Какие элементы элементарного канала связи указывают на вид связи? ...
27. Требования к связи – ...
28. Задачи связи ...
29. Кабель – это ...
30. Радиосвязь (radiocommunication) – ...

4. Литература: [1],[2],[3],[4],[5];

info@mchs.gov.ru (Общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения).

Практическое занятие № 6
Разработка схемы технической реализации
АСОУПО на ЦППС гарнизона ПО

Цель занятия – приобретения навыков обоснования применения элементов автоматизации процессов управления силами и средствами ликвидации пожаров в границах гарнизона пожарной охраны.

Формируемые компетенции:

ПК-7	способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты
ПК-10	способностью использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
ПК-11	способностью организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды

Теоретическая часть.

Основная задача пожарных подразделений– спасение людей, локализация и ликвидация пожара в кратчайшие сроки (ст. 1.2 приказа МЧС России 2011 года № 156 “Порядок тушения пожаров подразделениями пожарной охраны”).

Для выполнения основной задачи личным составом подразделений ПО используются следующие средства:

пожарная и аварийно-спасательная техника, в том числе техника, приспособленная для тушения пожаров;

пожарный инструмент и оборудование, аварийно-спасательное оборудование, в том числе средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД);

огнетушащие вещества;

инструменты и оборудование для оказания первой помощи пострадавшим;

системы и оборудование противопожарной защиты зданий и сооружений;

системы и устройства специальной связи и управления.

В процессе тушения пожара и проведения аварийно-спасательных работ (АСР) осуществляются действия личного состава подразделений, направленные на обеспечение условий успешного выполнения основной задачи с использованием специальных технических средств, к которым относятся средства связи и управления.

Организация связи осуществляется для обеспечения управления силами и средствами подразделений ПО, их взаимодействия на месте пожара (вызова) и включает определение руководителем тушения пожара (РТП) используемых схем связи, подготовку для их реализации средств связи, постановку задач личному составу, осуществляющим эти функции.

При использовании средств связи обеспечивается соблюдение установленных правил передачи информации, в том числе правил радиообмена.

Связной при тушении пожара осуществляет передачу информации между должностными лицами на пожаре, он назначается РТП (начальником оперативного штаба пожаротушения, если он создается), начальником участка тушения пожара (УТП) или сектора тушения пожара (СТП). Связной отвечает за своевременную и достоверную передачу информацию; представление докладов соответствующим должностным лицам об исполнении полученных указаний; выполняет правила ведения связи; ведет учет передаваемой (получаемой) информации.

Исходные данные:

№ пп	Параметры	
1	Гарнизон ПО имеет ЦУС и семь пожарных частей. Объекты гарнизона ПО оснащены дымовыми извещателями.	
2	Максимальная нагрузка за смену на одного диспетчера – $V_{I\text{макс, ч-зан.}}$	12
3	Среднее время переговоров – τ_n , мин.;	1,5
4	Время от начала возникновения пожара до момента его обнаружения – τ_{01} (без АСУ), мин.	10
5	Время от начала возникновения пожара до момента его обнаружения – τ_{02} (с АСУ), мин.	6
6	Время обработки заявки без АСУ – $\tau_{\text{вур1}}$, мин.	3
7	Время обработки заявки с АСУ – $\tau_{\text{вур2}}$, мин.	1,5

8	Время передачи приказа без АСУ – τ_{nn1} , мин.	5
9	Время передачи приказа с АСУ – τ_{nn2} , мин.	1,3
10	Время с момента выезда до нач. тушения без АСУ – τ_{mp1} , мин.	12
11	Время с момента выезда до нач. тушения с АСУ – τ_{mp2} , мин.	8
12	Линейная скорость распространения пламени – $V_{л} \cdot 10^{-3}$, м/с	2,3
13	Коэф-нт уд.стоимости единицы площади горения – γ , руб/м ²	480
14	Среднее число пожаров – α	2
15	Материальный ущерб от пожара без АСУ – $C_{мy1}$, тыс. руб.	70
16	Материальный ущерб от пожара с АСУ – $C_{мy2}$, тыс. руб.	40
17	Косвенный ущерб от пожара без АСУ – $C_{кy1}$, тыс. руб.	90
18	Косвенный ущерб от пожара с АСУ – $C_{кy2}$, тыс. руб.	40
19	Затраты на создание АСОУПО – K_n , тыс. руб.	200
20	Затраты на эксплуатацию АСОУПО – $C_{эк}$, тыс. руб.	8,4
21	Вероятность безотказ. работы тех. средств АСОУПО – $p_{мс}$	0,9
22	Вероятность безотказ. работы диспетчера – p_d	0,9
23	Интенсивность вызовов – λ , выз/мин.	0,1
24	Длительность рабочей смены диспетчера, час.	12

1. Расчет необходимого количества диспетчеров для АСОУПО.

Время обслуживания одного вызова (заявки) при внедрении АСОУПО определяется выражением:

$$\tau_{обсл2} = \tau_n + \tau_{выр2} + \tau_{nn2} = 1,5 + 1,5 + 1,3 = 4,3 \text{ мин. (0,072 ч)}$$

При интенсивности вызовов $\lambda = 0,1 \text{ выз/мин}$, поступающих в центр АСОУПО, и времени обслуживания одного вызова (заявки) диспетчером центра $\tau_{обсл2} = 0,072 \text{ ч}$, определяем полную нагрузку на всех диспетчеров за смену (например, 12 час.):

$$U_{\Sigma} = \lambda \cdot 60 \cdot \tau_{обсл2} \cdot 12 = 0,1 \cdot 60 \cdot 0,072 \cdot 12 = 5,18 \text{ ч-зан.},$$

где: 60 – количество минут в 1 часе (при переводе λ в выз/ч).

Допустимая нагрузка на одного диспетчера за смену с учетом коэффициента его занятости

$$U_{\partialн} = K_{\partial} \cdot U_{\text{макс}} = 0,4 \cdot 12 = 4,8 \text{ ч-зан.}$$

Необходимое число диспетчеров

$$N_{\partial} = U_{\Sigma} / U_{\partialн} = 5,18 / 4,8 = 1,08 \text{ диспетчера}$$

Принимаем 2 диспетчера в центре АСОУПО.

2. Оценка пропускной способности АСОУПО.

Вероятность того, что два диспетчера будут свободны равна

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\gamma^k}{k!}} = \frac{1}{1 + \left(\frac{\gamma^1}{1!} + \frac{\gamma^2}{2!}\right)} = \frac{1}{1 + \left(\frac{0,42^1}{1} + \frac{0,42^2}{2}\right)} = 0,63,$$

где γ – нагрузка на диспетчеров при обслуживании одной заявки, которая определяется по формуле

$$\gamma = \lambda \tau_{\text{обсл}2} = 0,1 \cdot 4,3 = 0,43 \text{ мин-зан.}$$

Вероятность одновременной занятости диспетчеров равна

$$p_n = \frac{\gamma^n}{n!} \cdot p_0 = \frac{\gamma^2}{2!} \cdot p_0 = \frac{0,42^2}{2} \cdot 0,63 = 0,0555$$

Вероятность обслуживания вызова определяется формулой

$$p_{\text{обс}} = 1 - p_n = 1 - 0,0555 = 0,9445$$

Следовательно, в установившемся режиме будет обслужено 94,4% поступивших заявок.

Абсолютная пропускная способность АСОУПО определяется формулой

$$A = \lambda \cdot p_{\text{обс}} = 0,1 \cdot 0,9445 = 0,0944 \text{ выз/мин.},$$

т.е., система способна обработать поступившую заявку в среднем примерно за 11 минут.

3. Расчет показателей экономической эффективности АСОУПО.

Алгоритм расчета экономической эффективности АСОУПО представлен на рисунке 1.

В качестве обобщенного показателя экономической эффективности АСОУПО (E_0) используется отношение «предотвращенного ущерба» ($\mathcal{E}$), т.е. уменьшения потерь от пожара за счет применения АСОУПО, к приведенным затратам (C) на ее построение и обслуживание:

$$E_0 = \mathcal{E}/C.$$

Предотвращенный материальный ущерб от пожара может быть оценен по следующей формуле:

$$\Delta \mathcal{E} = \alpha[(C_{нт1} - C_{нт2}) + (C_{мн1} - C_{мн2}) + (C_{ку1} - C_{ку2})],$$

$C_{нт1}$, $C_{нт2}$ – средние значения материального ущерба от пожара до начала его тушения без АСОУПО и с применением АСОУПО соответственно.

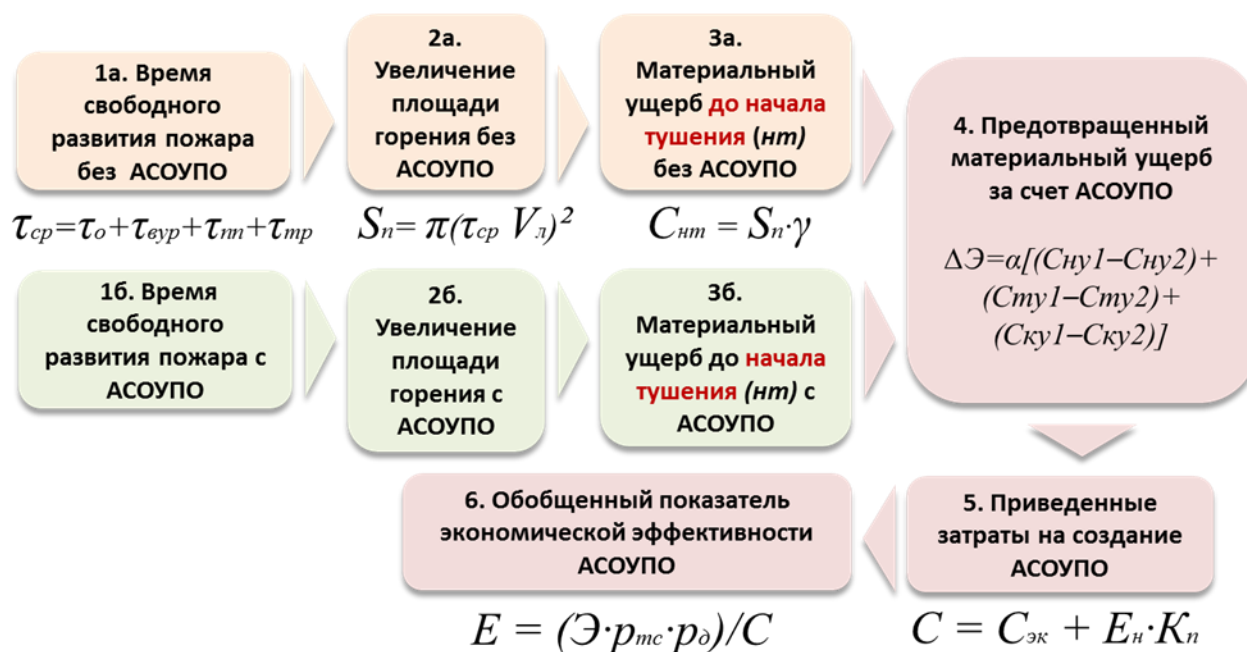


Рисунок 1. Алгоритм расчета обобщенного показателя экономической эффективности АСОУПО.

Размер материального ущерба от пожара до прибытия пожарных подразделений и начала его тушения зависит от условий возникновения и характера развития пожара, времени его обнаружения, принятия решения (выработки управленческого решения по составу техники, формирования приказа на выезд пожарных подразделений), обоснованности принятого решения и удельной стоимости материальных ценностей, находящихся в зоне пожара.

В общем виде ущерб от пожара до начала его тушения вычисляется по формуле:

$$C_y = S_n \cdot \gamma,$$

где: S_n – площадь горения пожара в момент начала тушения;

γ – коэффициент удельной стоимости материалов на единицу площади горения.

Увеличение площади пожара определяется выражением

$$S_n = \pi (\tau_{cp} V_{\text{л}})^2,$$

где: τ_{cp} – время свободного развития пожара;

$$\tau_{cp} = \tau_o + \tau_{\text{вур}} + \tau_{nn} + \tau_{tr};$$

τ_o – период времени от начала возникновения пожара (времени его обнаружения) до момента получения сообщения о пожаре диспетчером гарнизона ПО;

$\tau_{\text{вур}}$ – время обработки сообщения с учетом времени на принятие решения (от момента получения сообщения о пожаре до момента начала передачи приказа пожарным частям);

τ_{nn} – время передачи приказа пожарным частям;

τ_{tr} – период времени от получения приказа на выезд до момента начала тушения пожара (с учетом времени развертывания).

Применение АСОУПО позволяет сократить $\tau_{\text{вур}}$ и τ_{nn} за счет автоматизации приема и обработки заявки, автоматизированной обработки принятого решения и одновременной передачи приказов на высылку пожарных подразделений всем задействованным пожарным частям.

Размер предотвращенного ущерба за счет применения организации АСОУПО более ощутим при одновременном тушении нескольких пожаров, т.к. в сложной оперативной обстановке даже опытный диспетчер допускает ошибки в выборе необходимой пожарной части и требуемого состава техники, в учете задействованной и находящейся в боевом резерве гарнизона техники, что негативно влияет на *оперативность* управления тушением пожаров.

В сложной оперативной обстановке при наличии АСОУПО существенно сокращается время управленческих операций, что значительно повышает эффективность АСР по ликвидации пожаров.

Повышение оперативности тушения пожара за счет АСОУПО приводит к сокращению не только *непосредственного*, но и *косвенного ущерба*, вызванного простоем и восстановлением исходного положения пострадавшего объекта.

В общий объем ущерба входят: зарплата персонала за время вынужденного простоя; доплаты персоналу при ликвидации последствий пожара; потери от снижения числа выпущенной продукции из-за простоя; оплата штрафов за неисполнение заключенных договоров и т.д. Величина косвенного ущерба может составлять 10 ... 300% от непосредственного ущерба от пожара.

Оценка приведенных затрат на построение и эксплуатацию АСОУПО определяется формулой

$$C = C_{эк} + E_n \cdot K_n,$$

где: $C_{эк}$ – затраты на эксплуатацию системы;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

K_n – капитальные вложения на построение АСОУПО.

Экономическая эффективность АСОУПО зависит также от безотказности работы технических средств АСУ и безотказности диспетчера. С учетом данных показателей обобщенный показатель экономической эффективности АСОУПО может быть определен формулой

$$E = (\mathcal{E} \cdot p_{mc} \cdot p_d) / C,$$

где: p_{mc} – вероятность безотказной работы технических средств АСОУПО;

p_d – вероятность безотказной работы диспетчера.

Задание: рассчитать экономическую эффективность АСОУПО на основе исходных данных, представленных в табл. 1.

Вопросы к практическому занятию.

1. Основная задача пожарных подразделений.
2. Основные средства для выполнения подразделениями ПО основной задачи.
3. К какому виду работ относится организация связи при тушении пожара?
4. Обязанности связного при тушении пожара.
5. АСОУПО – это ...
6. Временные циклы развития пожара в гарнизоне ПО: ...
7. Линейная скорость распространения пламени
8. Время свободного развития пожара – ...
9. Структура времени свободного развития пожара – ...
10. Увеличение площади горения пожара определяется выражением – ... (
11. Размер общего ущерба от пожара определяется ...
12. Предотвращенный материальный ущерб от пожара за счет использования АСОУПО определяется по формуле: ...
13. Косвенный ущерб от пожара – ...
14. Величина косвенного ущерба может составлять от ...
15. Приведенные затраты на создание и эксплуатацию АСОУПО определяются по формуле – ...
16. Обобщенный показатель экономической эффективности АСОУПО – ...
17. Применение АСОУПО снижает материальный ущерб от пожара за счет ...
18. Классификация связи ГПС по назначению – ...
19. Для чего предназначены линии спецсвязи «01», «112»? ...

Литература: [1],[2],[3],[4],[5]

Таблица 1

№ п/п	Параметры	Вариант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Гарнизон ПО имеет ЦУС (ЦППС) и семь пожарных частей. Объекты гарнизона ПО оснащены дымовыми извещателями.										
2	Макс. нагрузка за смену на одного диспетчера – $V_{I\max}, ч-зан.$	12									
3	Среднее время переговоров – $t_n, мин.;$	1,5									
4	Время от начала возникновения пожара до момента его обнаружения – $\tau_01(без АСУ), мин.$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	9
5	Время от начала возникновения пожара до момента его обнаружения – $\tau_02(с АСУ), мин.$	7	8	9	10	11	12	13	14	15	6
6	Время обработки заявки без АСУ – $t_{вур1}, мин.$	3	3,5	4	4,5	3	3,5	4	4,5	3	3,5
7	Время обработки заявки с АСУ – $t_{вур2}, мин.$	1,3	0,9	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
8	Время передачи приказа без АСУ – $t_{пп1}, мин.$	6	5,5	6	5,5	4,5	4	6	4,5	5	5,5
9	Время передачи приказа с АСУ – $t_{пп2}, мин.$	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,3	1,4
10	Время с момента выезда до нач. тушения без АСУ – $t_{тр1}, мин.$	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
11	Время с момента выезда до нач.тушения с АСУ – $t_{тр2}, мин.$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
12	Линейная скорость распространения пламени – $V_L \cdot 10^{-3}, м/с$	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
13	Коэф-нт уд.стоимости единицы площади горения – $\gamma, руб/м^2$	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
14	Среднечислопожаров – α	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	Материальный ущерб от пожара без АСУ – $C_{му1}, тыс. руб.$	90	95	80	85	70	75	60	65	50	55
16	Материальный ущерб от пожара с АСУ – $C_{му2}, тыс. руб.$	80	85	70	75	60	65	50	55	40	45
17	Косвенный ущерб от пожара без АСУ – $S_{ку1}, тыс. руб.$	42	45	40	45	30	35	30	35	80	85
18	Косвенный ущерб от пожара с АСУ – $S_{ку2}, тыс. руб.$	22	25	20	25	20	25	20	25	40	45
19	Капитальные вложения на создание АСОУПО – $K_n, тыс. руб.$	400	450	500	550	600	650	400	450	500	550
20	Нормативный коэффициент эффективности капвложений E_n	0,85									
21	Затраты на эксплуатацию АСОУПО – $C_{эк}, тыс. руб.$	5	6	7	4	5	6	7	7	6	5
22	Вероятность безотказ. работы тех. средств АСОУПО – $p_{мс}$	0,8	0,85	0,9	0,95	0,99	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95
23	Вероятность безотказ. работы диспетчера – p_d	0,8									
24	Интенсивность вызовов – $\lambda, выз/мин.$	0,1									
25	Длительность рабочей смены диспетчера, час.	12									

Семинарское занятие № 7

Общие положения по организации связи в РСЧС и ГО

Цель занятия – закрепление знаний по организации связи, применению средств и комплексов связи и оповещения в РСЧС и ГО.

Формируемые компетенции:

ПК-7	способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты
ПК-10	способностью использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
ПК-11	способностью организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды

1. Теоретическая часть

Служба связи – система подразделений связи ГПС, а так же вид деятельности по обеспечению связи в ГПС, эффективному комплексному применению средств связи и квалифицированной технической эксплуатации этих средств в органах управления и подразделениях;

Основными задачами службы связи ГПС являются организация связи при предупреждении пожаров и при тушении пожаров

Связь – совокупность сетей и служб связи, функционирующих на территории Российской Федерации как единый организационно-технический комплекс, обеспечивающий управление в системе ГПС;

Средства связи – техническая база, для обеспечения процессов сбора, обработки, накопления и распределения информации;

Узел связи – организационно-техническое объединение сил и средств связи для обмена информацией с органами управления, подразделениями ГПС и должностными лицами в процессе управления;

Канал связи – совокупность технических средств (передатчик, приемник, линия связи или иная среда распространения 2), обеспечивающих передачу информации;

Эксплуатация средств связи – комплекс организационно-технических мероприятий, обеспечивающих функционирование средств связи в соответствии с требованиями эксплуатационно-технической документации;

Техническое обслуживание средств связи – комплекс работ для поддержания исправности и работоспособности аппаратуры связи при ее подготовке к использованию и в процессе применения по назначению, а также при хранении и транспортировании;

Метрологическое обеспечение – комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на соблюдение единства и требуемой точности измерений параметров средств связи и автоматизации с целью поддержания их в постоянной готовности к действию;

Ремонт средств связи – комплекс работ по восстановлению исправности или работоспособности аппаратуры связи;

Ресурс средств связи – время гарантированной наработки до момента списания.

К средствам связи относятся:

техника связи (радиостанции, радиопередатчики, радиоретрансляторы, радиорелейные станции, телеграфная, фототелеграфная, телефонная, телевизионная аппаратура, аппаратура телеуправления, телесигнализации, дистанционного управления, звукозаписи и громкоговорящей связи, оповещения и другая техника, предназначенная для передачи, приема и преобразования информации, а также для образования каналов и линий связи);

измерительная аппаратура, зарядные и выпрямительные устройства, источники и агрегаты электропитания;

проводные линейные средства (подземные и подводные кабели, легкие полевые кабели связи, полевые кабели дальней связи, вводно-соединительные и распределительные полевые кабели, арматура и материалы для постройки или

прокладки линий связи);

сигнальные средства связи (звуковые, светотехнические).

Сеть проводной связи гарнизона организуется на базе местных и междугородных линий связи Министерства Российской Федерации по связи и информатизации, проводных каналов связи федеральных органов исполнительной власти и иных организаций с использованием их линейно-кабельных сооружений, а также сооружений и объектов связи.

С учетом существующей организационной структуры, характера выполняемых задач и необходимости взаимодействия подразделений ГПС как между собой, так и со службами других министерств и ведомств при тушении пожаров, в территориальных гарнизонах разворачиваются радиосети:

радиосети, работающей на частоте F1 (плюс F2 – резерв), для обеспечения связи ЦУС с ПСЧ (ПСО);

радиосети, работающей на частоте F3, для обеспечения связи ЦУС с пожарными автомобилями, находящимися в пути следования и работающими на пожаре;

радиосети, работающей на частоте F4, для управления силами и средствами, обеспечения их взаимодействия и обмена информацией на месте тушения пожара;

радиосети, работающей на частоте F5, для обмена данными между ЦУС и ПСЧ (ПСО), а также подразделениями, работающими на пожарах (передача приказов, распоряжений в подразделения ГПС, информационная поддержка руководителя тушения пожара (РТП) при принятии решений по тушению пожаров);

радиосети, работающей на частоте F6, для персонального вызова личного состава подразделений и органов управления ГПС, находящегося на отдыхе, а также при сборе всего личного состава;

радиосети, работающей на частоте F7, для обеспечения административно-управленческой деятельности ГПС. Для решения задач в этой области деятельности возможно использование ресурсов транкинговых радиосетей,

создаваемых в МВД, ГУВД, УВД субъектов Российской Федерации.

Кроме этого, необходимо выделить радиочастоты для организации взаимодействия с медицинскими, обеспечения охраны общественного порядка, аварийными и иными службами жизнеобеспечения.

В 2011 году продолжалось формирование сил и средств пожарной охраны. В настоящее время на территории страны создано 83 территориальных и 1955 местных гарнизонов пожарной охраны. В их состав, с учетом специальной пожарной охраны, входит 3408 подразделений федеральной противопожарной службы, на вооружении которых находится более 20 тыс. ед. техники. В подразделениях Государственной противопожарной службы ежедневно на дежурство заступает более 55 тыс. личного состава, из них 42 тыс. – федеральной противопожарной службы и 13 тыс. – противопожарной службы субъектов Российской Федерации. В расчете находится 6800 ед. основной и 2500 ед. специальной пожарной техники. В гарнизоны входит более 22 тыс. подразделений пожарной охраны (3128 – противопожарной службы субъектов Российской Федерации, 3304 ведомственных, 2011г. муниципальных, 537 частных, более 13000 добровольных), на вооружении которых находится 22647 ед. пожарной (основной и специальной) и 7510 ед. вспомогательной техники. В 2011 г. построено 80 пожарных депо, из них: 20 – федеральной противопожарной службы, 32 – противопожарной службы субъектов Российской Федерации, 20 – муниципальной пожарной охраны, 3 – ведомственной пожарной охраны и 5 – добровольной пожарной охраны.

2. Вопросы практического занятия

1. Система управления, структура, функции и требования к ней.
2. Основные положения, задачи, требования и классификационные признаки связи.
3. Средства связи и способы организации связи.
4. Принципы построения системы связи, требования к ней.
5. Обобщенная структура системы связи.

6. Первичные и вторичные сети связи.
7. Базовые свойства аналоговых и цифровых сигналов.
8. Сравнительная оценка аналоговых и цифровых систем передачи.
9. Информационные технологии в сетях связи РСЧС и ГО.

Литература: [1],[2],[3],[4],[5]

Семинарское занятие № 8

Основные рода связи РСЧС и ГО

Цель занятия – закрепление знаний по организации связи в РСЧС и ГО.

Формируемые компетенции:

ПК-7	способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты
ПК-10	способностью использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
ПК-11	способностью организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды

1. Теоретическая часть

Управление в РСЧС заключается в целенаправленной деятельности руководящего состава и органов управления по развитию и совершенствованию РСЧС, поддержанию ее территориальных и функциональных подсистем и практическому их выполнению в повседневной деятельности по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Общее руководство функционированием РСЧС осуществляется Правительством Российской Федерации. Обеспечение функционирования РСЧС возложено на МЧС России, которое в пределах своих полномочий осуществляет координацию деятельности федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций различного характера. Каждый уровень управления РСЧС имеет координирующие органы, постоянно действующие органы управления, специально уполномоченные на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, органы повседневного управления, системы связи, оповещения и информационного обеспечения.

Координирующие органы – комиссии по предупреждению и ликвидации

чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности (КЧСПБ) создаются для координации деятельности органов управления и сил РСЧС на соответствующем уровне. Они, как коллегиальные органы, объединяют в своем составе ответственных представителей различных ведомств этого уровня, в компетенцию которых входит решение вопросов, связанных с защитой населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, что позволяет заблаговременно реализовать меры по предупреждению чрезвычайных ситуаций, а в случае их возникновения оперативно мобилизовать силы и ресурсы соответствующей территории на ликвидацию чрезвычайных ситуаций.

Рабочими органами КЧСПБ являются соответствующие постоянно действующие органы управления РСЧС, специально уполномоченные решать задачи гражданской обороны, задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Органом управления, осуществляющим государственное управление, координацию и контроль в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на федеральном уровне, является Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

На региональном уровне органами управления, специально уполномоченными решать вопросы гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, являются региональные центры по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Постоянно действующими органами управления РСЧС на территориальном уровне являются органы управления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям.

Непрерывное оперативное управление в РСЧС осуществляют создаваемые на всех уровнях органы повседневного управления: пункты управления (центры управления в кризисных ситуациях); оперативно-дежурные службы органов управления ГОЧС, дежурно-диспетчерские службы и специализированные

подразделения федеральных органов исполнительной власти и организаций.

Для оперативного управления в зависимости от конкретной чрезвычайной ситуации на базе органов управления могут создаваться нештатные органы управления – оперативные группы.

Органы управления РСЧС размещаются на пунктах управления, оснащаемых соответствующими средствами связи, оповещения, сбора, обработки и передачи информации.

Оперативность, устойчивость и непрерывность управления обеспечиваются:

- максимальным приближением управления в повседневных условиях к управлению при угрозе возникновения и возникновении чрезвычайных ситуаций;
- заблаговременным созданием во всех звеньях управления запасных пунктов управления;
- оснащением пунктов управления современными средствами связи и оповещения;
- сопряжением систем оповещения и связи РСЧС с соответствующими системами оповещения гражданской обороны, Министерства обороны Российской Федерации, Министерства внутренних дел Российской Федерации;
- заблаговременной подготовкой дублирующих органов управления;
- заблаговременной разработкой и своевременным осуществлением мероприятий по восстановлению нарушенного управления.

Управление в РСЧС обеспечивается с использованием систем связи и оповещения, которые представляют собой организационно-техническое объединение сил и средств связи и оповещения, а также каналов общегосударственной, ведомственных и коммерческих сетей связи, обеспечивающих передачу информации и сигналов оповещения в интересах органов управления ГОЧС.

В системе связи МЧС России используются линии и каналы спутниковой, радио-, радиорелейной и проводной связи. Она строится по принципу

рационального сочетания сетей общего пользования и прямой связи, что позволяет более эффективно использовать единый ресурс связи, повысить ее живучесть, учесть специфические особенности связи.

С целью обеспечения управления в РСЧС создана автоматизированная информационно-управляющая система РСЧС, которая заслуживает более детального рассмотрения.

2. Вопросы практического занятия

1. Телефонные линии и сети связи.
2. Автоматическая телефонная связь.
3. Проводная связь по линиям специальной связи «01», «112».
4. Излучение и распространения радиоволн.
5. Устройство и принцип работы радиостанций.
6. Системы радиосвязи РСЧС и ГО.
7. Общие сведения о системах спутниковой связи.
8. Предназначение, задачи и способы оповещения органов управления ГО и населения.
9. Системы централизованного оповещения ГО.
10. Основные ТТХ комплекса оповещения П-166.
11. Назначение локальных систем оповещения.
12. ОТП локальных систем оповещения.

Литература: [1],[2],[3],[4],[5]

Семинарское занятие № 9

Узлы связи РСЧС и ГО

Цель занятия – закрепление знаний по организации, развёртыванию, работе и взаимодействию пунктов управления РСЧС и ГО.

Формируемые компетенции:

ПК-7	способностью организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты
ПК-10	способностью использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях
ПК-11	способностью организовывать, планировать и реализовывать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды

1. Теоретическая часть

При повседневной деятельности управление организуется, как правило, из мест постоянного расположения органов управления.

Для управления мероприятиями РСЧС и ГО в военное и мирное время создаются городские и загородные запасные пункты управления, вспомогательные, подвижные, мобильные и пункты управления-дублеры.

Городские запасные пункты управления создаются во всех категоризованных городах и районах этих городов. Они размещаются в пределах городов, но вне расположения объектов экономики с опасными видами производства. Эти пункты управления предназначены для размещения оперативных групп при организации управления в усиленных режимах функционирования, а в военное время – для повышения устойчивости управления.

Загородные запасные пункты управления организуются в субъектах Российской Федерации, городах особой группы, министерствах и ведомствах. Они размещаются вне зон возможных разрушений вокруг городов, отнесенных

к группам по ГО и объектов особой важности, а также вне зон возможных катастрофических затоплений. На запасных ПУ размещаются оперативные группы.

В МЧС основным ЗПУ является центральный командный пункт (ЦКП) с которого в особый период осуществляется устойчивое и непрерывное управление за функционированием подсистем и звеньев РСЧС, непосредственное руководство силами и средствами ГО в районах ЧС, а также размещение и обеспечение устойчивой работы центрального аппарата МЧС России по руководству ГО.

Центральный командный пункт в системе пунктов управления МЧС является главным. В его состав входят:

- узел связи;
- вычислительный центр;
- подвижный пункт управления;
- управление командного пункта и другие элементы.

В некатегорированных городах и сельских районах для обеспечения управления в военное время подготавливаются заблаговременно противорадиационные укрытия, оснащенные необходимыми средствами связи и оповещения.

На объектах экономики ПУ оборудуются в одном из убежищ.

Запасные ПУ включают: защищенные рабочие помещения с узлами связи, автономными источниками энергопитания, водоснабжения и др. системами жизнеобеспечения, аппаратурой центрального оповещения, средствами закрытой связи; защищенные помещения и сооружения для укрытия отдыхающей смены и наземные помещения для работы и отдыха личного состава органов управления.

Загородные ПУ включают также места стоянки техники и посадочные места для вертолетов (самолетов).

В одном из рабочих помещений ЗПУ оборудуется центр управления. Для управления войсками ГО в бригаде (полку) создается командный пункт (КП) и

тыловой пункт управления (ТПУ), а в батальонах командно-наблюдательный пункт.

Вспомогательные пункты управления создаются для обеспечения управления силами ГО на разобщенных направлениях или когда управление с ЗПУ невозможно. Они, как правило, совмещаются с запасными ПУ соответствующих головных областей. На случай внезапного нападения противника предусматривается создание оперативных групп из состава руководящих работников и личного состава штабов ГО головных областей (краев).

Подвижные пункты управления предназначены для руководства силами ГО в районе ЧС, где сложилась наиболее сложная обстановка, а также в других случаях. Они позволяют повысить эффективность управления. По имеющимся данным расход времени на управленческую деятельность при наличии подвижного ПУ в ряде случаев сокращается на величину до 30%, а эффективность управления повышается на 10-20%. Оборудуются подвижные ПУ с расчетом использования их при выполнении задач, как военного, так и мирного времени.

Мобильные пункты управления предназначены для размещения территориальных управлений, долговременного размещения оперативных групп в мирное время и развертывания ПУ МЧС и региональных центров в полевых условиях в военное время.

Пункты управления-дублиеры создаются на случай выхода из строя основных ПУ. Они должны обеспечиваться необходимыми документами и планами, оснащаться средствами связи по управлению ГО соответствующими основному органу управления.

2. Вопросы к практическому занятию.

1. Основные определения, требования и классификация узлов связи.
2. Принципы построения и основные функции узлов связи.
3. Организационно-техническое построение узлов связи.

4. Задачи ОТС на узлах связи.
5. Организация дежурства на узлах связи.
6. Основные документы ОТС на узле связи.
7. Общие понятия о надежности и ТО средств связи и оповещения.
8. Виды и задачи ТО средств связи и оповещения.

Литература: [1],[2],[3],[4],[5]

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине
СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ И ИНФОРМИРОВАНИЯ

Направление подготовки	20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность (профиль)	Пожарная безопасность
Год начала обучения	2026
Форма обучения	заочная
Реализуется в семестре	6

Методические указания к лабораторным работам составлены в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность».

В них изложены основные теоретические и практические аспекты должностному предназначению в части овладения способами решения задач организационного и технологического уровней, составляющих основное содержание его деятельности при управлении силами и средствами обеспечения безопасности потенциально опасных технологий и производств, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на основе эффективного использования имеющихся сил и средств связи и оповещения.

СОДЕРЖАНИЕ

Условные обозначения	4
Лабораторная работа № 1	
Оценка основных показателей состояния связи	8
Лабораторная работа № 2	
Оценка надёжности системы связи при различных вариантах соединения узлов связи	17
Лабораторная работа № 3	
Оптимизация числа резервных каналов связи для обеспечения требуемой надёжности направления связи	24
Лабораторная работа № 4	
Оптимизация сети спецсвязи по пропускной способности линий «01», «112»	28
Лабораторная работа № 5	
Оценка своевременности (оперативности) радиосвязи в зоне ЧС	36
Лабораторная работа № 6	
Организационно-техническое построение системы локального оповещения (СЛО)	43
Лабораторная работа № 7	
Оценка эффективности автоматизированной системы оперативного управления пожарной охраной (АСОУПО)	48
Лабораторная работа № 8	
Разработка схемы-приказа узлу связи	57
Лабораторная работа № 9	
Оценка вероятности безотказной работы радиально-лучевой системы связи	61
Литература	67

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

АВР – аварийно-восстановительный расчет
АИУС – автоматизированная информационно-управляющая система
АСДНР – аварийно-спасательные и другие неотложные работы
АК – абонентский кросс
АРМ – автоматизированное рабочее место
АС – автоматизированная система
АСС – аварийно-спасательная служба
АСУС – автоматизированная система управления связью
АСУ – автоматизированная система управления
АСФ – аварийно-спасательные формирования
АЧХ – амплитудно-частотная характеристика
АТС – автоматическая телефонная связь
АХОВ – аварийно химически опасные вещества
АЦП – аналого-цифровой преобразователь
АФУ – антенно-фидерное устройство
АЭС – атомная электростанция
ВОЛС – волоконно-оптическая линия
ГЛОНАС – глобальная навигационная спутниковая система
ГО – гражданская оборона
ГОСТ – государственный стандарт
ГОЧС – подразделения ГО в ЧС
ГПС – государственная противопожарная служба
ГСМ – горюче-смазочные материалы
ГТС – городская телефонная сеть
ГУ – главное управление
ГШ ВС РФ – Генеральный штаб Вооруженных сил РФ
ДВ – длинные волны

ДДС – дежурная диспетчерская служба

ДП – диспетчерский пункт

ДСС – дежурная смена связи

ДЦВ – дециметровые волны

ЕДДС – единая дежурно-диспетчерская служба

ЕТО – ежедневное техническое обслуживание

ЕССС – единая система спутниковой связи

ЕСЭ – единая сеть электросвязи

ЗИП – запасное имущество и принадлежности

ИВ и ЧДС – ионосферно-волновая и частотно-диспетчерская служба

КИА – контрольно-измерительная аппаратура

КИД – коэффициент исправного действия

КЛС – кабельная линия связи

КМ – кабельная магистраль

КМС – контрольно-маркерный сигнал

КОА – каналообразующая аппаратура

КП – командный пункт

КППС – каналы передачи первичной сети

КСС – комплекс средств связи

КЧС и ОПС – Комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности

МВ – метровые волны

МВД – Министерство внутренних дел

ММВ – миллиметровые волны

МО – Министерство обороны

МПС – Министерство путей сообщения

МСП с ЧРК – многоканальная система передачи с частотным разделением каналов

МСП с ВРК – многоканальная система передачи с временным

разделением каналов

МЧС России – Министерство по чрезвычайным ситуациям, гражданской обороне и ликвидации стихийных бедствии РФ

КВ – короткие волны

НДР – номер дежурного расчета

КШМ – командно-штабная машина

НШ – начальник штаба

НЦУКС – национальный центр управления в кризисных ситуациях

ОАСС – объединенная автоматизированная система связи

ОГ – оперативная группа

ОКСИОН – общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения

ОТП – организационно-техническое построение

ОТС – оперативно-техническая служба

ОШ УКС – оперативный штаб ликвидации чрезвычайной ситуации

ПДРЦ (ПДРП) – передающий радиопункт (радиопункт)

ПОО – потенциально опасный объект

ППС – противопожарная служба

ППУ – подвижный пункт управления

РРЛ – радиорелейная линия

РРО – радиорелейная ось

РРС – радиорелейная связь

РРСт – радиорелейная станция

РСЧС – единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций

РПрУ – радиоприемное устройство

РРС – радиорелейная связь

РХБЗ – радиационная, химическая и бактериологическая защита

РЦ – региональный центр по делам гражданской обороны, чрезвычайным

ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий

РФ – Российская Федерация

РЭБ – радиоэлектронная борьба

РЭЗ – радиоэлектронная защита

РЭС – радиоэлектронное средство

СВ – средние волны

СДВ – сверхдлинные волны

СКО – станция каналообразования

СМВ – сантиметровые волны

СНЛК – система наблюдения и лабораторного контроля

СПК – стойка промежуточной коммутации

СПМ – стойка промежуточных манипуляций

ССС – станция спутниковой связи

ССОП – сеть связи общего пользования

СЭС – стационарно-эксплуатационная служба

ТО – техническое обслуживание

ТрС – тропосферная станция

ТТД – тактико-технические данные

ТТХ – тактико-технические характеристики

ТЧ – тональная частота

ЦУКС – центр управления в кризисных ситуациях

укбс – узел контроля безопасности связи

уктк – узел комплексного технического контроля

УКВ связь – ультракоротковолновая связь

УПС – устройство преобразования сигналов (ТЧ – тональной частоты,
Р – радиальный)

ЭМВ – электромагнитная волна

Лабораторная работа № 1

Оценка основных показателей состояния связи

Цель занятия – приобретение навыков анализа состояния действующей связи в ходе подготовки и проведения мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС.

Учебные вопросы занятия:

1. Условные знаки по связи.
2. Структура и способы информационно-наглядного представления схем связи.
3. Расчёт основных показателей состояния связи.

1. Теоретическая часть.

Разработка информационно-наглядных схем связи базируется на классификационных признаках связи: по предназначению; по роду и виду связи; по способам защиты и обмена информацией; по алгоритму обмена и пропускной способности.

Подобный подход к формированию схем связи обусловлен тем, что отображение на них с той или иной степенью детализации классификационных признаков связи обеспечивает наиболее полное информирование пользователя о тактико-технических возможностях того или иного канала (сети) связи, позволяет принимать обоснованные решения по максимальному использованию потенциала используемой системы связи для обеспечения *устойчивого, непрерывного, оперативного и, при необходимости, скрытного* управления мероприятиями по предупреждению и ликвидации ЧС.

2. Методика и порядок проведения занятия.

2.1. Условные знаки по связи.

На рис. 1 представлены основные условные знаки по связи, отражающие

род связи (среду распространения линейного сигнала или открытую часть канала (сети) связи).

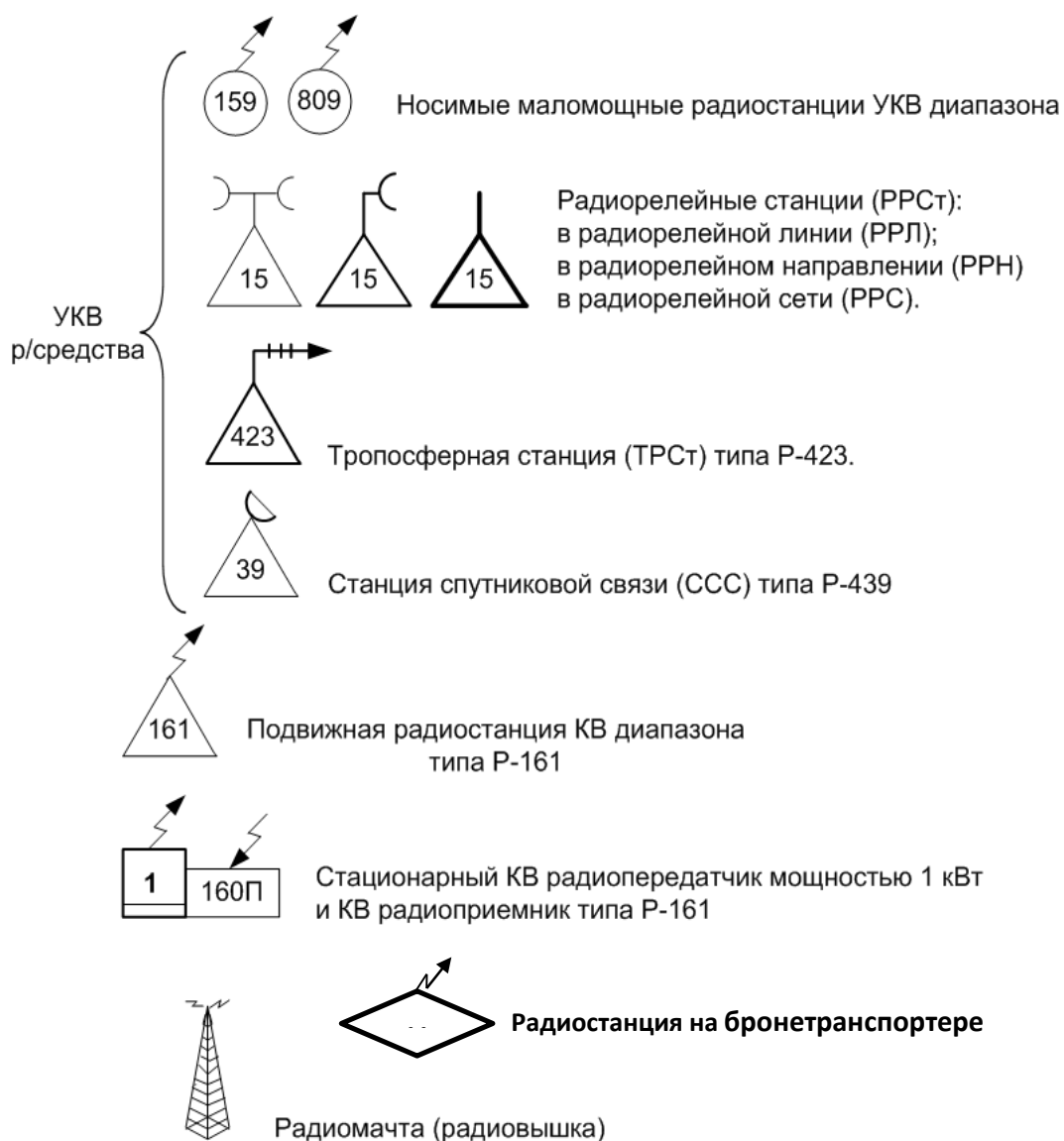


Рисунок 1. Условные знаки по связи, отражающие род канала (сети) связи.

На рис. 2, 3 представлены основные условные знаки по связи, отражающие вид связи (характеристику оконечного устройства канала (сети) связи) и принадлежность узлов связи к соответствующим пунктам управления.

2. Структура и способы информационно-наглядного представления схем связи.

В настоящее время наибольшее распространение получили так называемые *ламельные схемы связи*, состоящих из нескольких

информационных элементов, отражающих ту или иную характеристику организованного канала (сети) связи.

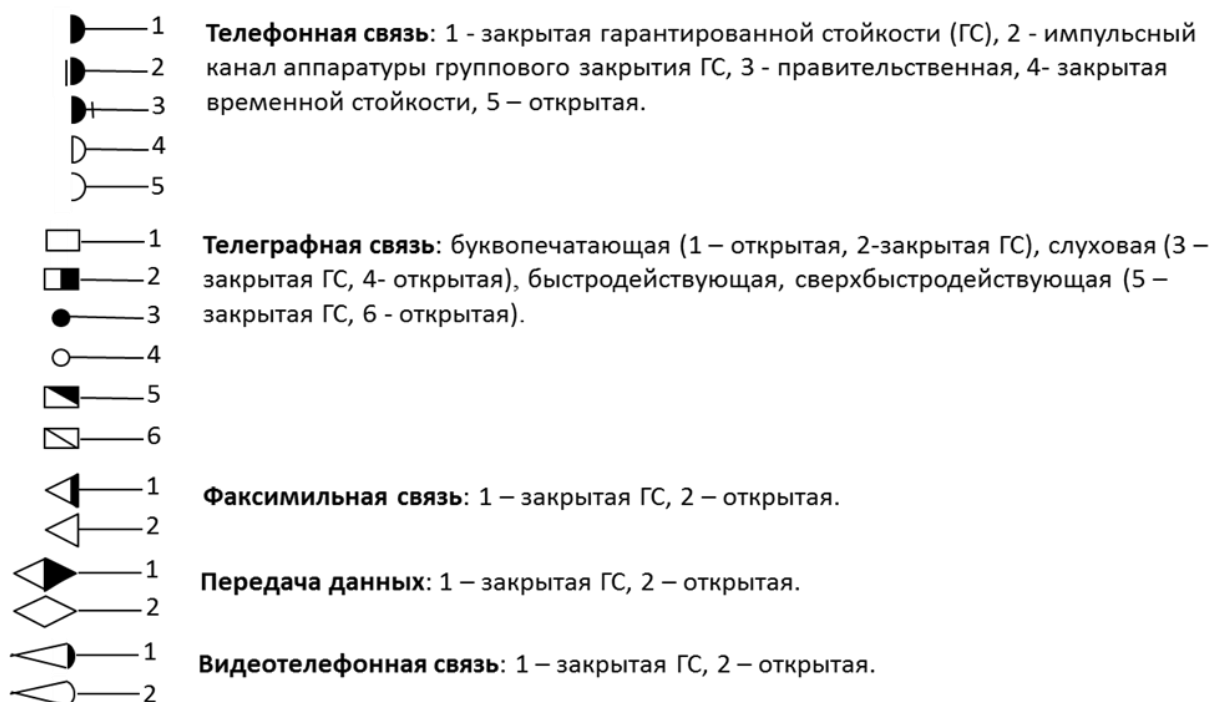


Рисунок 2. Условные знаки по связи, отражающие вид связи.



Рисунок 3. Условные знаки пунктов управления ГПС РФ.

1. Состав корреспондентов (пользователей, абонентов) каналов (сетей) связи на подобных схемах связи представлен в названиях ламелей, каждая из

которых отражает тот или иной пункт управления (рис. 4).

2. *Род организованных каналов связи* (среда распространения линейного сигнала или характеристика открытой части образованного канала (сети) связи или тип каналообразующих средств в канале (сети) связи) представлен условным знаком по связи (в данном случае радиостанциями различных типов и назначения (подвижными, стационарными или защищёнными), см. рис. 1.

3. *Вид связи* на рис. 4 представлен условными знаками по связи (см. рис. 2) Оконечные устройства, обозначающие вид связи, подключаются (согласно рис. 4) к каналообразующим средствам. Таким образом, на ламельных схемах обозначаются *конечные (абонентские и каналообразующие) устройства*, участвующие в процессе передачи-приема информации.

4. *Принадлежность каналов (сетей) связи* может быть самой различной. Например, она может быть централизованного и оперативного управления, обеспечения и взаимодействия, оповещения и служебная.

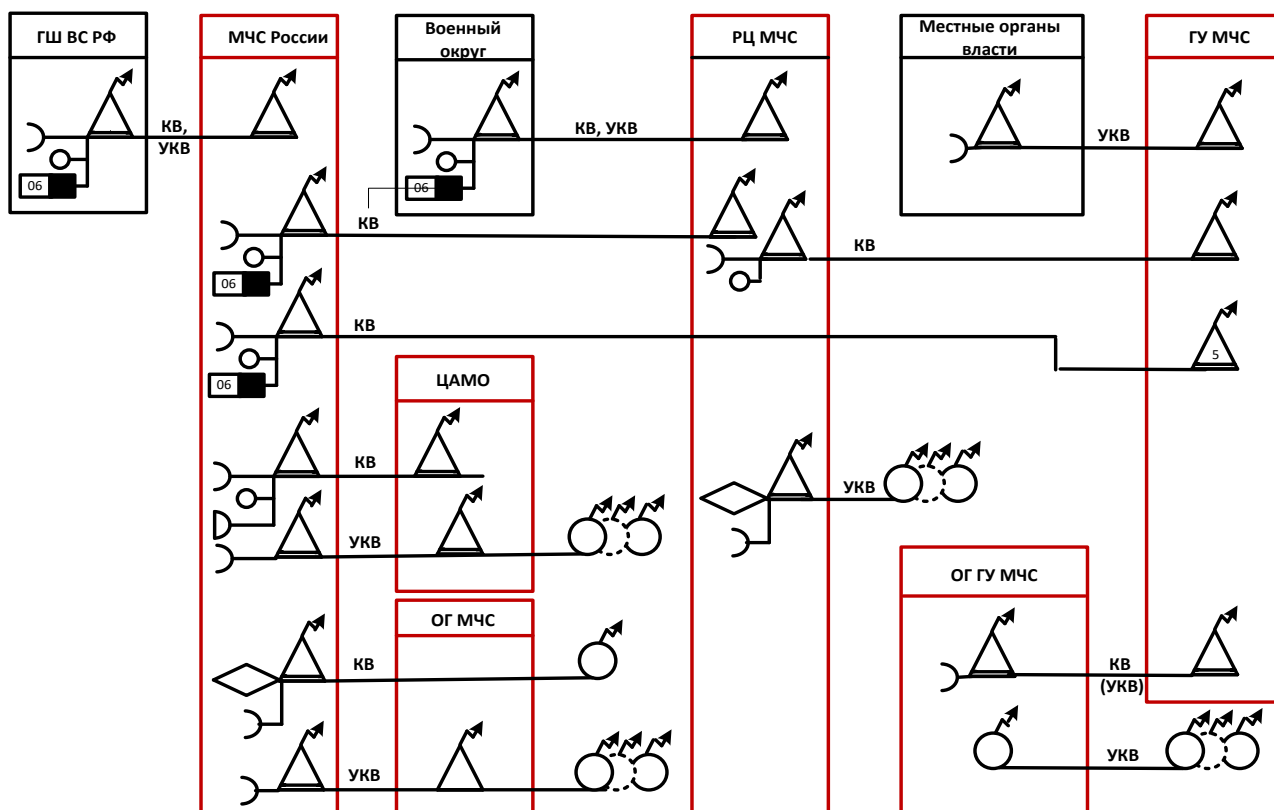


Рисунок 4. Учебный фрагмент схемы радиосвязи МЧС России.

В гарнизонах пожарной охраны (ПО) по принадлежности связь делится на связь оповещения и административно-управленческую, оперативно-

диспетчерскую и связь на пожаре.

Отражение принадлежности связи к той или иной сфере управления осуществляется за счет разработки специальных ламельных схем, принадлежащих к той или иной сфере управления (например, ламельная схема связи оповещения в гарнизоне ПО, ламельная схема оперативно-диспетчерской связи гарнизона ПО или схема связи взаимодействия при ликвидации крупномасштабной ЧС и т.д.).

5.Пропускная способность канала (сети) связи на ламельных схемах может быть определена только исходя из тактико-технических характеристики используемых оконечных и каналобразующих средств связи.

6.Алгоритм обмена по каналу (сети) связи – односторонний или двусторонний канал (сеть), дуплексный или симплексный канал (сеть) связи – не всегда может быть определен из ламельной схемы. Например, если на приемной стороне канала связи в качестве каналобразующего средства используется радиоприемник, то можно сделать однозначный вывод о том, что данный канал связи является *односторонним*.

Современные информационные сети, представляющие собой функционально связанную совокупность программно-технических средств обработки и обмена информацией и состоящие из территориально распределенных информационных узлов (подсистем обработки информации) и физических каналов передачи информации их соединяющих не нуждаются в подобных характеристиках, поскольку всегда обеспечивают *двустороннюю мультимедийную связь* пользователей между собой.

7.Способ обмена информацией по каналу (сети) связи (циркулярный, циркулярно-избирательный или избирательный), в ламельных схемах отражается, как правило, через используемый *способ организации связи* (направление, ось или сеть). Способ организации связи в ламельных схемах чаще всего отражается в названиях радиоканалов (радионаправление, радиосеть с указанием их номеров – например, РС-121, РН-567, ТРН-743, РРН 789, ССС 457).

Выводы:

1. Использование ламельных схем связи позволяет получить наиболее полную характеристику каналов (сетей) связи, используемых для предупреждения (ликвидации) ЧС.

2. Ламельные схемы актуальны для временно организуемых каналов (сетей) на период предупреждения (ликвидации) ЧС и не могут быть использованы для многоуровневых информационных сетей в рамках эталонной модели взаимодействия открытых систем (ЭМВОС).

3. Важно уметь читать ламельные схемы связи. Например, фрагмент схемы связи (рис. 3), на котором представлена связь между Главным управлением МЧС (ГУ МЧС) и местным органом власти в вербальном виде можно описать так: *«Оперативная, двусторонняя, избирательная связь между ГУ МЧС и местным органом власти организуется по УКВ, открытому телефонному радиоканалу, обеспечивающему обмен информацией в реальном времени».*

3. Расчет основных показателей состояния связи.**Задача № 1.**

Исходные данные:

канал связи должен функционировать – $T_{\phi} = 24$ часа;

количество перерывов связи – $T_{пер} = 3$;

продолжительность перерывов – $T_{пер1} = 10$ мин., $T_{пер2} = 5$ мин., $T_{пер3} = 8$

мин.;

время установления связи после каждого перерыва – $T_{уст} = 1$ мин.

Рассчитать:

продолжительность перерывов связи – $T_{пер\Sigma}$;

среднюю продолжительность одного перерыва – $T_{пер.ср}$;

коэффициент исправного действия связи ($КИД_{св}$).

Решение:

1. Определяем общую продолжительность перерывов связи

$$T_{пер\Sigma} = T_{пер1} + T_{пер2} + T_{пер3} + T_{уст\Sigma} = 10 + 5 + 8 + 3 = 26 \text{ мин.} = 0,433 \text{ часа.}$$

2. Определяем среднюю продолжительность одного перерыва связи

$$T_{пер.ср} = \frac{T_{пер\Sigma}}{3} = \frac{26}{3} = 8,67 \text{ мин.}$$

3. Рассчитываем $KИД_{св}$

а) определяем время работы канала связи

$$T_p = T_{\phi} - T_{пер\Sigma} = 1440 - 26 = 1414 \text{ мин.}$$

б) определяем $KИД_{св}$

$$KИД_{св} = \frac{T_p}{T_{\phi}} \cdot 100\% = \frac{1414}{1440} \cdot 100\% = 98,2\%.$$

Задача № 2.

Исходные данные:

канал связи должен функционировать – $T_{\phi} = 48$ часов;

количество перерывов связи – $T_{пер} = 6$;

продолжительность перерывов – $T_{пер1,2} = 10$ мин., $T_{пер3,4} = 6$ мин., $T_{пер5,6} = 8$ мин.;

время установления связи после каждого перерыва связи – $T_{уст} = 2$ мин.

Рассчитать:

продолжительность перерывов связи – $T_{пер\Sigma}$;

среднюю продолжительность одного перерыва – $T_{пер.ср}$;

коэффициент исправного действия связи ($KИД_{св}$).

Решение:

1. Определяем общую продолжительность перерывов связи

$$T_{пер\Sigma} = T_{пер1,2} + T_{пер3,4} + T_{пер5,6} + T_{уст\Sigma} = 10 + 6 + 8 + 12 = 36 \text{ мин.} = 0,6 \text{ часа.}$$

2. Определяем среднюю продолжительность одного перерыва связи

$$T_{пер.ср} = \frac{T_{пер\Sigma}}{3} = \frac{36}{6} = 6 \text{ мин.}$$

3. Рассчитываем $KИД_{св}$

а) определяем время работы канала связи

$$T_p = T_{\phi} - T_{пер\Sigma} = 2880 - 36 = 2844 \text{ мин.}$$

б) определяем $KИД_{св}$

$$КИД_{св} = \frac{T_p}{T_{\phi}} \cdot 100\% = \frac{2844}{2880} \cdot 100\% = 98,75\%.$$

Задача № 3.

Исходные данные:

канал связи должен функционировать – $T_{\phi} = 365$ суток;

количество перерывов связи – $K_{пер} = 50$;

продолжительность перерывов – $T_{пер1-10} = 50$ мин., $T_{пер11-20} = 60$ мин.,

$T_{пер21-30} = 70$ мин., $T_{пер31-40} = 80$ мин., $T_{пер41-50} = 90$ мин.;

время установления связи после каждого перерыва связи – $T_{уст} = 5$ мин.

Рассчитать:

продолжительность перерывов связи – $T_{пер\Sigma}$;

среднюю продолжительность одного перерыва – $T_{пер.ср}$;

коэффициент исправного действия связи ($КИД_{св}$).

Решение:

1. Определяем общую продолжительность перерывов связи

$$T_{пер\Sigma} = T_{пер1-10} + T_{пер11-20} + T_{пер21-30} + T_{пер31-40} + T_{пер41-50} + T_{уст\Sigma} = \\ 50 + 60 + 70 + 80 + 90 + 250 = 600 \text{ мин.} = 10 \text{ часов.}$$

2. Определяем среднюю продолжительность одного перерыва связи

$$T_{пер.ср} = \frac{T_{пер\Sigma}}{K_{пер}} = \frac{600}{50} = 12 \text{ мин.}$$

3. Рассчитываем $КИД_{св}$

а) определяем время работы канала связи

$$T_p = T_{\phi} - T_{пер\Sigma} = 8760 - 10 = 8750 \text{ мин.}$$

б) определяем $КИД_{св}$

$$КИД_{св} = \frac{T_p}{T_{\phi}} \cdot 100\% = \frac{8750}{8760} \cdot 100\% = 99,9\%.$$

Задание: рассчитать основные показатели связи по вариантам, представленным в таблице 1.

Таблица 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T_{ϕ} , час.	100	200	300	400	500	600	700	800	900
$K_{пер}$	3								
$T_{пер1}$, мин.	5	6	7	8	9	10	11	12	13

<i>T_{пер2}, мин.</i>	13	12	11	10	9	8	7	6	5
<i>T_{пер3}, мин.</i>	9	8	7	6	5	13	12	11	8
<i>T_{уст}, мин.</i>	7	8	5	3	9	4	8	1	3

Вопросы к лабораторной работе.

1. Какие требования предъявляются к связи?
2. Дайте определение каждому требованию, предъявляемому к связи.
3. Назовите классификационные признаки связи.
4. Реализацию каких требований к управлению обеспечивает связь?
5. Что такое КИД связи?
6. Дайте определение понятию «время жизни сообщения».
7. Как с помощью неравенства можно выразить требование по своевременности связи, используя понятие «время жизни сообщения»?

Литература: [1],[2],[3],[4],[5]

Лабораторная работа № 2

Оценка надёжности системы связи при различных вариантах соединения узлов связи

Цель занятия – приобретение навыков анализа устойчивости системы связи при различных вариантах её структуры.

1. Теоретическая часть.

В качестве показателя надёжности системы связи используется коэффициент готовности (K_2), под которым понимают вероятность нахождения системы связи в работоспособном состоянии при установившемся (стационарном) процессе эксплуатации.

***Надёжность** – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения и технического обслуживания.*

***Работоспособность** – изделие способно выполнять заданные функции (но не все из числа предусмотренных техдокументацией), сохраняя значения заданных параметров в пределах установленных условиями использования.*

Надёжность системы связи условно можно разделить на аппаратную и структурную.

Под аппаратной надёжностью понимают надёжность аппаратуры и отдельных устройств, входящих в состав узла или линии связи.

Структурная надёжность – надёжность системы связи в целом с учетом аппаратной надёжности входящих в ее состава узлов и линий связи.

На данном занятии будем рассматривать только структурную надёжность системы связи.

Основными элементами системы связи являются узлы и линии связи. Узлы связи являются источниками и получателями сообщений. Линии связи

характеризуют род связи или среду распространения сигнала-переносчика сообщения.

Каждый элемент системы связи характеризуется структурной надежностью, путь от исходящего узла связи к узлу связи-получателю сообщения в рамках данной системы связи есть совокупность определенным образом соединенных между собой промежуточных узлов связи, осуществляемое с помощью линий связи. В простейшем случае (такой способ связи называется направлением) между двумя узлами связи используется только одна или несколько линий связи различного рода (с различной средой распространения сигнала-переносчика сообщения) без промежуточных узлов связи.

Способы организации связи:

по направлению – способ организации связи между двумя пунктами управления или корреспондентами;

по сети – способ организации связи между тремя и более пунктами управления или корреспондентами;

по оси – способ организации связи старшего пункта управления (ПУ) с несколькими подчиненными по одной линии.

За показатель устойчивости данного пути связи будем считать **вероятность нахождения данного пути связи в работоспособном состоянии.**

Нарушение связи определяется отказом узла (узлов) или линии (линий) связи, участвующих в формировании данного пути связи.

2. Методика и порядок проведения занятия.

Количественно функция готовности $P_z(t)$ равна вероятности того, что в произвольный момент времени t система связи будет находиться в работоспособном состоянии.

Предполагается, что интервалы безотказной работы (T_o) и восстановления (T_v) являются взаимно независимыми случайными величинами и распределены

экспоненциально с параметрами $\lambda = 1/T_o$ и $\mu = 1/T_e$ соответственно.

Методы решения задач по оценке надежности системы связи определяются ее структурой. Рассмотрим два частных случая, когда элементы в системе связи соединены последовательно или параллельно.

При последовательном соединении узлов связи отказ хотя бы одного узла связи приводит к «потере» связи между конечными узлами данной системы связи (рис. 1).

Определите способ организации связи, представленный на рис. 1.

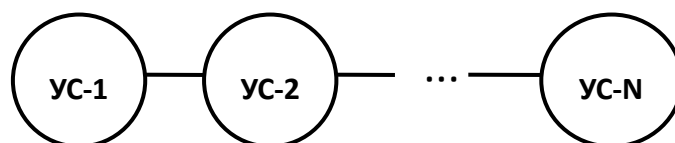


Рисунок 1. Последовательное соединение узлов в системе связи.

Предположим, что система связи состоит из N узлов связи, для каждого из которых вероятность нахождения в работоспособном состоянии равна P_n ($n = 1, N$). Соответственно, вероятность нахождения узла связи в неработоспособном состоянии (G_n) будет равна $(1 - P_n)$.

На данном этапе надежность соединяющих узлы связи линий связи учитывать не будем, т. е. рассмотрим структуру, представленную на рис. 2.

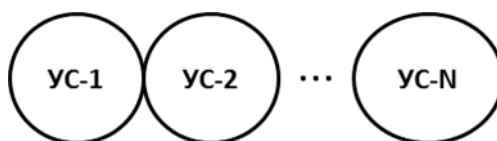


Рисунок 2. Декомпозиция системы связи без линий связи.

Представим надежность рассматриваемой системы связи через вероятности нахождения узлов связи в работоспособном состоянии.

Считая элементы системы связи независимыми, вероятность работоспособности системы связи из N узлов связи при последовательном их соединении будет равна

$$P_N = P_1 \cdot P_2 \cdots P_n, (n = 1, N)$$

Задание 1.

Определить вероятность нахождения оси связи (рис. 3) в работоспособном и неработоспособном состоянии при следующих исходных данных (табл. 1). Какой способ организации связи представлен на рис. 3?

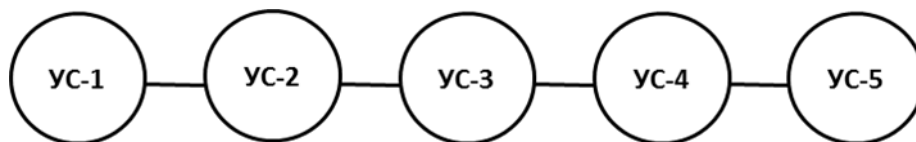


Рисунок 3. Структура системы связи.

Таблица 1

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
P_2	0,9	0,8	0,95	0,85	0,7	0,75	0,9	0,8
P_3	0,8	0,9	0,75	0,7	0,85	0,95	0,8	0,9
P_4	0,75	0,95	0,85	0,9	0,7	0,8	0,7	0,85

Примечание: интенсивность отказов линий связи не учитывать; узлы связи 1, 5 работоспособны.

При параллельном соединении узлов связи (рис. 4) связь между работо-

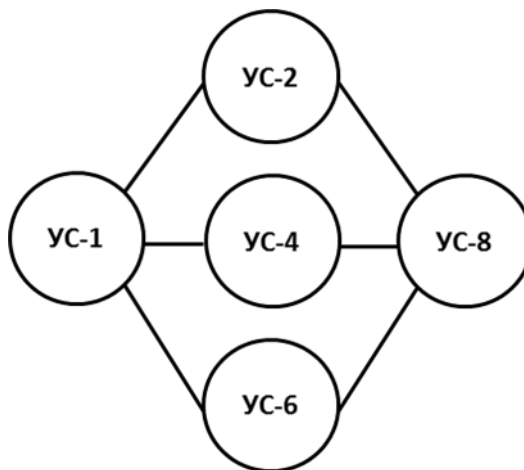


Рисунок 4. Система связи при параллельном соединении промежуточных узлов связи.

способными узлами связи 1 и 8 будет прекращена при неработоспособном состоянии промежуточных узлов связи 2,4,6, т.е.

$$G_{1-8} = G_2 \cdot G_4 \cdot G_6.$$

Восстановление связи между конечными узлами данной системы связи возможно только после восстановления хотя бы одного из промежуточных узлов связи. При этом полное восстановление исходного положения системы связи будет завершено при восстановлении работоспособности узлов связи 2, 4, 6.

Оценим вероятности **частичного** и **полного** восстановления связи между конечными работоспособными узлами связи 1, 8 при одинаковой интенсивности отказов каждого из узлов связи 1...8.

Вероятность **частичного** восстановления связи между работоспособными конечными узлами связи определяется вероятностью нахождения в работоспособном состоянии хотя бы одного из промежуточных узлов связи, т.е.

$$P_{1-8} = P_{2(4,6)} = 1 - G_{2(4,6)}.$$

Вероятность **полного** восстановления связи между конечными работоспособными узлами связи 1 и 8 будет равна

$$P_{(1-8)исх} = 1 - \prod_{i=1}^3 G_i,$$

где: G_i – вероятность неработоспособного состояния промежуточных узлов связи 2, 4, 6.

Задание 2.

Оценить надежность системы связи, представляющую собой смешанную последовательно-параллельную структуру из шести узлов связи (рис. 5).

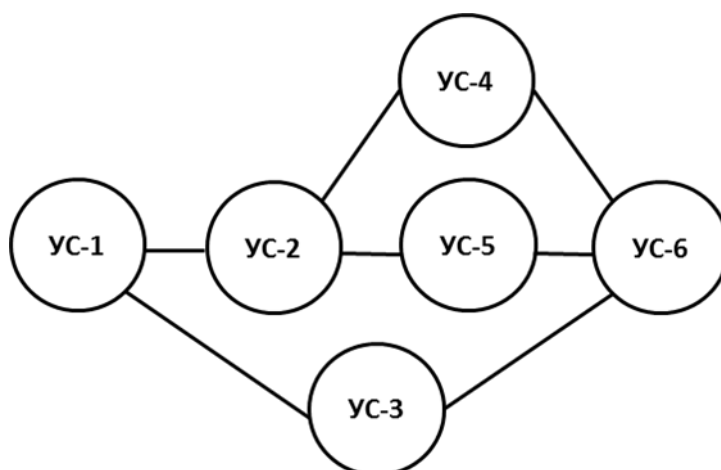


Рисунок 5. Смешанная последовательно-параллельная структура системы связи.

1. Оценим надежность фрагмента системы связи между узлами связи 2, 6.

При этом структура системы связи приобретет вид, представленный на рис. 6.

2. Оценим надежность фрагмента системы связи (рис. 7) между работоспособными узлами связи 1-6 при использовании для обеспечения связи промежуточных узлов связи 2 и (4,5).

При этом структура системы связи приобретает вид, представленный на рис. 7.

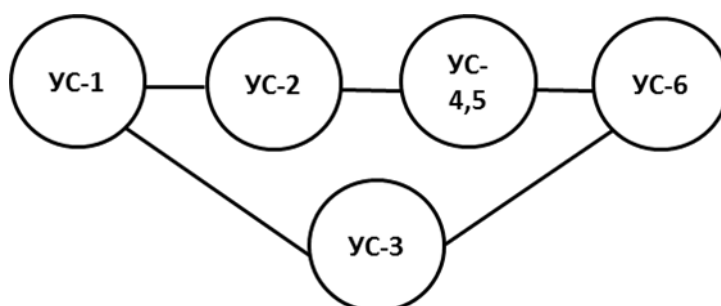


Рисунок 6. Преобразование 1 последовательно-параллельной структуры системы связи.

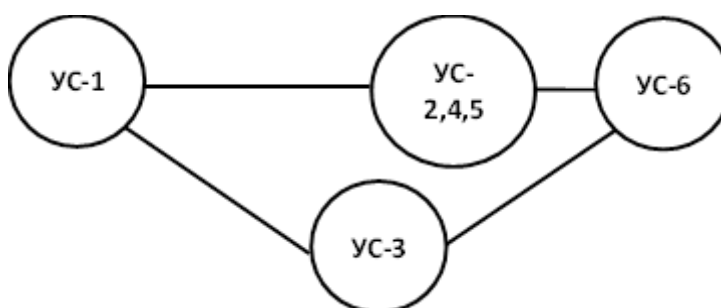


Рисунок 7. Преобразование 2 последовательно-параллельной структуры системы связи.

3. Оценим надежность фрагмента системы связи (рис. 7) между работоспособными узлами связи 1 и 6. В данном случае система связи представляет собой структуру с параллельными промежуточными узлами связи

3 и (2,4,5).

Исходные данные для решения задания 2 представлены в табл. 3.

Таблица 3

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
P_2	0,7	0,8	0,9	0,75	0,85	0,95	0,7	0,8
P_3	0,8	0,7	0,75	0,9	0,85	0,9	0,95	0,9
P_4	0,6	0,65	0,95	0,85	0,7	0,9	0,75	0,7
P_5	0,9	0,95	0,6	0,7	0,9	0,7	0,85	0,85

Вопросы к лабораторной работе.

1. Дайте определение понятию «система управления».
2. Требования к управлению.
3. Назовите основные функции управления.
4. Какие элементы включает устойчивость управления?
5. Дайте определение понятию «живучесть системы управления».
6. Дайте определение понятию «помехоустойчивость системы управления».
7. Дайте определение понятию «надежность системы управления».
8. Из каких элементов состоит система управления?
9. Способы организации связи.
10. Дайте определение понятиям «вид и род связи».
11. Дайте определение понятию «надежность системы связи».
12. Чем отличаются понятия «надежность и работоспособность» средств связи.

Литература: [1],[2],[3],[4],[5]

Лабораторная работа № 3

Оптимизация числа резервных каналов связи для обеспечения требуемой надежности направления связи

Цель занятия – приобретение навыков анализа надежности связи при различном количестве каналов в направлении связи.

1. Теоретическая часть.

В качестве показателя надежности системы связи используется коэффициент готовности (K_g), под которым понимают вероятность нахождения системы связи в работоспособном состоянии при установившемся (стационарном) процессе эксплуатации.

***Надёжность** – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения **всех** параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения и технического обслуживания.*

***Работоспособность** – изделие способно выполнять **заданные** функции (но не все из числа предусмотренных техдокументацией), сохраняя значения **заданных** параметров в пределах установленных условиями использования.*

Надежность системы связи условно можно разделить на аппаратную и структурную.

Под аппаратной надежностью понимают надежность аппаратуры и отдельных устройств, входящих в состав узла или линии связи.

Структурная надежность – надежность системы связи в целом с учетом аппаратной надежности входящих в ее состава узлов и линий связи.

На данном занятии будем рассматривать только структурную надежность системы связи.

Основными элементами системы связи являются узлы и линии связи. Узлы связи являются источниками и получателями сообщений. Линии связи характеризуют род связи или среду распространения сигнала-переносчика

сообщения.

Каждый элемент системы связи характеризуется структурной надежностью, путь от исходящего узла связи к узлу связи-получателю сообщения в рамках данной системы связи есть совокупность определенным образом соединенных между собой промежуточных узлов связи, осуществляемое с помощью линий связи. В простейшем случае (такой способ связи называется направлением) между двумя узлами связи используется только одна или несколько линий связи различного рода (с различной средой распространения сигнала-переносчика сообщения) без промежуточных узлов связи.

Способы организации связи:

по направлению – способ организации связи между двумя пунктами управления или корреспондентами;

по сети – способ организации связи между тремя и более пунктами управления или корреспондентами;

по оси – способ организации связи старшего пункта управления (ПУ) с несколькими подчиненными по одной линии.

За показатель устойчивости данного пути связи будем считать **вероятность нахождения данного пути связи в работоспособном состоянии.**

Нарушение связи определяется отказом узла (узлов) или линии (линий) связи, участвующих в формировании данного пути связи.

2. Методика и порядок проведения занятия.

2.1. Расчет числа необходимых каналов для обеспечения требуемой надежности направления связи.

Устойчивость направления связи (рис. 1), состоящего из n каналов

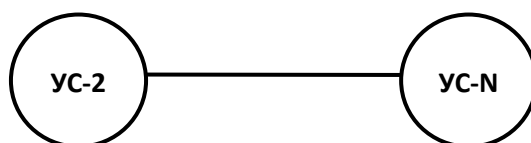


Рисунок 1. Направление связи.

(например, одного основного и нескольких резервных), характеризуется вероятностью безотказной работы каждого канала связи:

$$P_n(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{бpi}),$$

где: $P_{бpi} = e^{-\lambda_{п} \cdot t_p}$ - вероятность безотказной работы i -го канала связи;

$\lambda_{п}$ - интенсивность повреждения (отказов) канала связи;

t_p - время работы канала связи.

Зададим следующие значения для интенсивности отказов канала связи и времени его работы:

$$\lambda_{п} = 0,0005 \text{ 1/ч}; t_p = 858 \text{ ч.}$$

При данных значениях интенсивности отказов канала связи и времени его работы вероятность безотказной работы i -го канала связи

$$P_{бpi} = e^{-\lambda_{п} \cdot t_p} = e^{-0,0005 \cdot 858} = 0,651.$$

Предположим, что требуемая вероятность безотказной работы направления связи P_{mp} равна 0,853, следовательно, вероятность безотказной работы каждого канала связи в заданном направлении связи равна

$$P_{mp} = 1 - (1 - P_{бр})^{N_{тр}},$$

$$1 - P_{mp} = (1 - P_{бр})^{N_{тр}}.$$

Прологарифмируем последнее выражение

$$\ln(1 - P_{mp}) = \ln(1 - P_{бр})^{N_{тр}}.$$

Определяем требуемое количество каналов связи в данном направлении связи

$$N_{mp} = \frac{\ln(1 - P_{тр})}{\ln(1 - P_{бpi})} = \frac{\ln(1 - 0,853)}{\ln(1 - 0,651)} = \frac{\ln(0,177)}{\ln(0,349)} = 1,64 \approx 2.$$

Таким образом, для обеспечения требуемой надежности данного направления связи необходимо иметь два канала (рабочий и резервный).

Задание

Рассчитать число необходимых каналов для обеспечения требуемой надежности направления связи при следующих исходных данных (табл. 1).

Таблица 1

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$\lambda_n(l/\text{ч})$	10^{-4}	$6 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-5}$
$tp(\text{сутки})$	20	30	25	32	15	10	17	28
P_{mp}	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97

Вопросы к лабораторной работе.

1. Дайте определение понятию «система управления».
2. Требования к управлению.
3. Назовите основные функции управления.
4. Какие элементы включает устойчивость управления?
5. Дайте определение понятию «живучесть системы управления».
6. Дайте определение понятию «помехоустойчивость системы управления».
7. Дайте определение понятию «надежность системы управления».
8. Из каких элементов состоит система управления?
9. Способы организации связи.
10. Дайте определение понятиям «вид и род связи».
11. Дайте определение понятию «надежность системы связи».
12. Чем отличаются понятия «надежность и работоспособность» средств связи.
13. Дайте определение понятию «интенсивность отказов» средств связи.

Литература: [1],[2],[3],[4],[5]

Лабораторная работа № 4

Оптимизация сети спецсвязи по пропускной способности линий «01», «112»

Цель занятия – приобретение навыков выполнения требований по своевременности обмена информацией по линиям спецсвязи «01», «112».

Учебные вопросы занятия:

1. Обеспечение заданной вероятности потери вызова по линиям спецсвязи «01», «112».
2. Обеспечение необходимой пропускной способности сети спецсвязи «01», «112».

1. Теоретическая часть.

Эффективность борьбы с пожарами зависит от надежно организованной системы связи. Связь в гарнизоне ПО служит для приема сообщений о пожарах; управления пожарными подразделениями в пути следования и при работе на пожаре; взаимодействия с административными органами, средствами массовой информации и различными специальными службами.

Оптимизация системы оперативной связи гарнизона ПО должна обеспечить *достоверный и своевременный* обмен оперативной информацией между подразделениями ПО *в реальном времени* на всех этапах выполнения ими поставленных задач.

Оперативная связь ПО гарнизона представляет собой упорядоченную совокупность различных *родов* связи (проводной (волоконно-оптической), радио- и спутниковой связи), а также ведомственных и локальных информационных сетей.

Согласно российскому законодательству и нормативным документам ГПС МЧС России в гарнизоне ПО должны быть организованы (*по предназначению*):
связь извещения;

оперативно-диспетчерская (оперативная) связь;
связь на пожаре;
административно-управленческая связь.

Центр управления силами гарнизона ПО (ЦУС) имеет разветвленную сеть линий и каналов связи, которые обеспечивают круглосуточную связь ЦУС с пожарными частями (ПЧ), специальными службами города (ССГ), административными органами (АО), особо важными объектами (ОВО) и т.д.

Основными техническими средствами связи в гарнизоне ПО являются:

КСВ1 – комплект связи внешний ведомственной сети связи;

КСВ2 – комплект связи внешний абонентских линий городской ТЛФ сети;

КСВ3 – комплект связи внешний линий ЦУС «01», «112»;

КСВ4 – комплект связи внешнего узла связи;

КСВ5 – комплект связи внешней однотипной станции по соединительным линиям;

КАС6 – комплект связи внешнего канала тональной частоты (ТЧ);

КМБ – комплект местной батареи (ТА-57);

ЭАТС-ОС – электронная АТС – оконечная станция;

электронная коммутационная аппаратура;

ПОС и СОС – пульт и станция оперативной связи;

КОС – коммутатор оперативной связи;

телефонная связь по линиям полной значности городской телефонной сети (ГТС).

Обобщенная схема организации телефонной сети в населенном пункте представлена на рис. 1, а структура сопряжения системы связи гарнизона ПО с сетями связи общего пользования – на рис. 2.

Линии спецсвязи извещения «01», «112», предназначенные для оповещения единой дежурно-диспетчерской службы (ЕДДС) или диспетчера гарнизона ПО при возникновении пожара, организуются на узле специальной связи (УСС), который создается на базе одной из АТС (в крупных городах УСС создается отдельно).

При организации линий спецсвязи «01», «112» все абоненты населенного пункта делятся на группы (рис. 3).

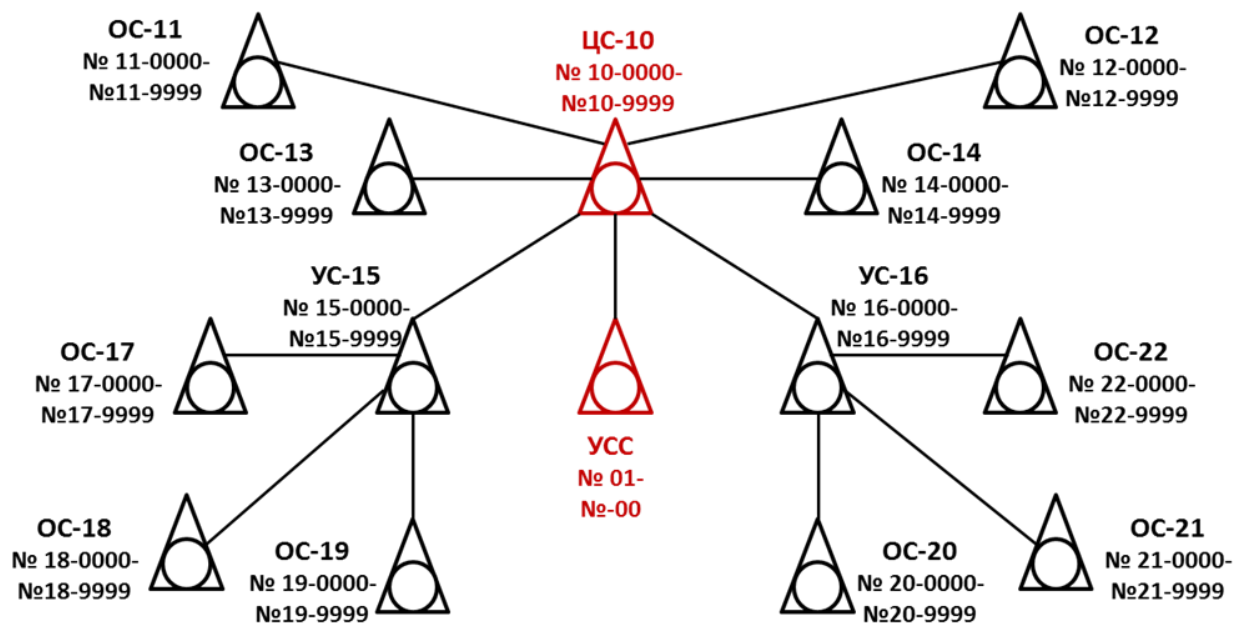


Рисунок 1. Схема организации городской ТЛФ сети
(ЦС – центральная станция, ОС – оконечная станция, УС – узел связи, УСС – узел специальной связи).

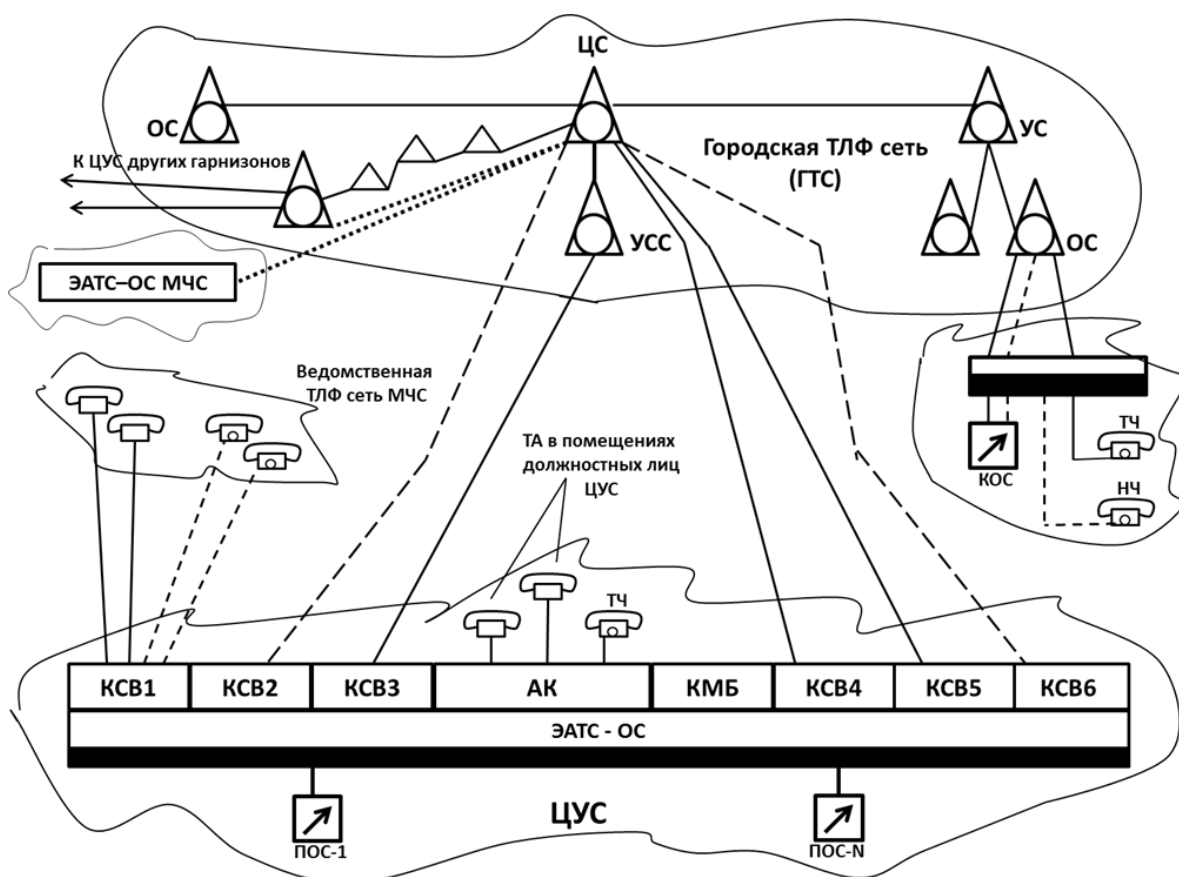


Рисунок 2. Схема сопряжения системы связи гарнизона ПО

с сетями общего пользования.

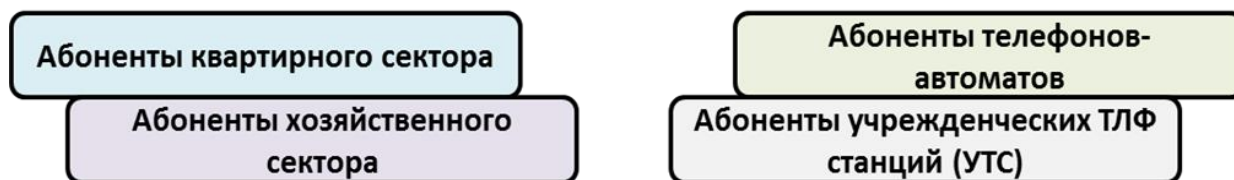


Рисунок. 3. Группы абонентов населенного пункта при организации оповещения о пожарах по линиям спецсвязи «01», «112».

2. Методика и порядок проведения занятия.

Оптимизация сети спецсвязи по линиям «01», «112» сводится к нахождению такого числа данных линий и необходимого числа диспетчеров в составе дежурной смены центрального пункта пожарной связи (ЦППС) или центра управления силами (ЦУС), при которых обеспечивается заданная вероятность потери вызова и необходимая пропускная способность сети спецсвязи.

2.1. Обеспечение заданной вероятности потери вызова по линиям спецсвязи «01», «112».

Исходные данные:

допустимая вероятность потери вызова (P_n) равна 0,001;

средняя продолжительность одного переговора в сети спецсвязи ($T_{пер}$) равна 1,5 мин.;

интенсивность входящего потока вызовов по линиям спецсвязи (λ) равна 0,1 выз/мин.

Решение данной задачи заключается в том, чтобы, увеличивая последовательно число линий спецсвязи от 1 до n , найти число линий, при котором вероятность отказа в приеме вызова ($P_{отк.}$) будет меньше либо равна заданной вероятности потери вызова (P_n)

$$P_{отк.} \leq P_n.$$

Нагрузка в сети спецсвязи (y) на основе исходных данных может быть определена формулой

$$y = \lambda \cdot T_{\text{пер}} = 0,1 \cdot 1,5 = 0,15 \text{ мин/зан.}$$

В общем виде вероятность того, что все линии спецсвязи будут свободны ($P_{\text{своб}}$), можно определить по известной в теории массового обслуживания формуле

$$P_{\text{своб}} = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{y^k}{k!}},$$

где: k - последовательность целых чисел от 0 до n .

При $n = 1$

$$P_{\text{своб1}} = \frac{1}{\sum_{k=0}^1 \frac{y^k}{k!}} = \frac{1}{1 + \frac{y^1}{1!}} = \frac{1}{1 + \frac{0,15^1}{1!}} = 0,8696.$$

В общем виде вероятность того, что все n линий будут заняты (будет иметь место отказ в обслуживании вызовов) равна

$$P_{\text{отк}n} = \frac{y^n}{n!} \cdot P_{\text{своб}n},$$

при $n = 1$

$$P_{\text{отк1}} = \frac{y^n}{n!} \cdot P_{\text{своб1}} = \frac{0,15}{1} \cdot 0,8696 = 0,13.$$

Сравнивая значение для $P_{\text{отк1}}$ и заданное значение вероятности потери вызова $P_n = 0,001$, можно сделать вывод о том, условие $P_{\text{отк1}} \leq P_n$ не соблюдается.

Если последовательно увеличивать число линий спецсвязи (табл. 1), то можно определить при каком числе линий спец связи условие $P_{\text{отк}} \leq P_n$ выполняется.

Таблица 1

Число линий спецсвязи	1	2	3
$P_{\text{своб}n}$	0,8696	0,8611	0,8607
$P_{\text{отк}n}$	0,13	0,0097	0,00048

При $n=3$ условие $P_{\text{отк}3} \leq P_n$ выполняется и, следовательно, вероятность того, что вызов в сети спецсвязи будет принят равен

$$P_{\text{обсл.}} = 1 - P_{\text{отк}3} = 1 - 0,00048 = 0,99952.$$

Вывод: в данной сети спецсвязи будет обслуживаться 99,95 % вызовов.

Задание: рассчитать число линий спецсвязи «01», «112» при заданных

допустимой вероятности потери вызова (P_n), средней продолжительности одного переговора в сети спецсвязи ($T_{пер}$) и интенсивности входящего потока вызовов (λ).

Таблица 2

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
P_n	10^{-4}	$2 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$
$T_{пер}(мин.)$	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8
$\lambda (выз/мин.)$	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5

2.2. Определение числа линий спецсвязи с учетом аппаратурной надежности линий связи.

Абсолютная пропускная способность сети спецсвязи определяется выражением

$$S_a = \lambda \cdot P_{обсл.} = 0,1 \cdot 0,99952 = 0,099,$$

т.е., сеть спецсвязи способна обеспечить в среднем 0,099 разговора в минуту.

Среднее число занятых линий спецсвязи можно определить по формуле

$$n_3 = y \cdot (1 - P_{откз}) = 0,15 \cdot (1 - 0,00048) = 0,15,$$

т. е., в установившемся режиме будет занята лишь одна линия связи.

Коэффициент занятости линий связи будет равен

$$K_3 = n_3/n = 0,15/3 = 0,05.$$

Определяем среднее число свободных линий связи (из трех)

$$n_{ср} = \left[\sum_{k=0}^{n-1} \frac{y^k}{k!} \cdot (n - k) \right] \cdot P_{свобн} =$$

$$\left[3 + \frac{(3-1)}{1!} \cdot 0,15^1 + \frac{(3-2)}{2!} \cdot 0,15^2 \right] \cdot 0,8607 \cong 2,85$$

Коэффициент простоя линии спецсвязи

$$K_n = n_{ср}/n = 2,85/3 = 0,95.$$

Фактическая пропускная способность сети спецсвязи по линиям «01», «112» с учетом аппаратурной надежности (K_2) равной 0,8 определяем по

формуле

$$S_{\phi} = (1 - P_{откз}) \cdot K_2 = 0,99952 \cdot 0,8 = 0,799.$$

Следовательно, необходимое число линий связи с учетом аппаратурной надежности данных линий будет равно

$$n_{\phi} = n/K_2 = 3/0,8 = 3,75 \cong 4.$$

2.3. Определение необходимого числа диспетчеров.

Время занятости диспетчера обслуживанием одного вызова с учетом, что время обработки уже принятого вызова занимает у диспетчера 4 мин., определяется формулой

$$T_{осл2} = T_{пер} + T_{осл1} = 1,5 + 4 = 5,5 \text{ мин.} = 0,092 \text{ часа.}$$

Зная интенсивность входного потока вызовов (λ равна 0,1 выз/мин., т.е. 6 выз/час) и время обслуживания диспетчером одного вызова ($T_{осл2} = 0,092$ часа), определим полную нагрузку на всех диспетчеров за смену (12 часов)

$$y_{\partial} = 12 \cdot \lambda \cdot T_{осл2} = 12 \cdot 6 \cdot 0,092 = 6,62 \text{ час-зан.}$$

Допустимая нагрузка на диспетчера с учетом коэффициента его занятости ($K_{\partial} = 0,4$)

$$y_{1\partialоп} = K_{\partial} \cdot y_{1max} = 0,4 \cdot 12 \text{ часов} = 4,8 \text{ час-зан.}$$

Тогда число необходимых диспетчеров будет равно

$$n_{\partial} = y_{\partial} / y_{1\partialоп} = 6,62 / 4,8 = 1,4 \cong 2 \text{ диспетчера}$$

Общий вывод – при заданных исходных данных необходимо иметь 2 диспетчера и 4 линии спецсвязи «01», «112».

Вопросы к лабораторной работе.

1. Требования к связи ГПС.
2. Что характеризует род канала связи?
3. Какой элемент вторичной сети связи определяет вид связи?
4. Провод – это... .
5. Кабель – это
6. Проводная связь – это....

7. От чего зависит интенсивность использования того или иного рода связи?
8. Минимальная интенсивность использования проводной связи имеет место
9. Преимущества проводной связи.
10. Недостатки проводной связи.
11. Способы организации проводной связи.
12. Какими двумя группами параметров характеризуются проводные (кабельные) линии связи?
13. Назовите первичные параметры передачи кабельной линии.
14. Назовите вторичные параметры передачи кабельной линии.
15. Первичные параметры взаимного влияния цепей.
16. Вторичные параметры взаимного влияния цепей.
17. Классификация полевых кабелей связи.
18. Для чего предназначены линии спецсвязи «01», «112», «112»?

Литература: [1],[2],[3],[4],[5]

Лабораторная работа № 5

Оценка своевременности (оперативности) радиосвязи в зоне ЧС

Цель занятия – приобретение навыков оценки своевременности (оперативности) радиосвязи в зоне ЧС.

1. Теоретическая часть.

Радиорелейная связь (РРС) – радиосвязь, сочетающая в себе положительные качества многоканальной электропроводной связи и радиосвязи на ультракоротких волнах (УКВ), состоящих из метровых, дециметровых, сантиметровых и миллиметровых диапазонов волн (рис. 1).

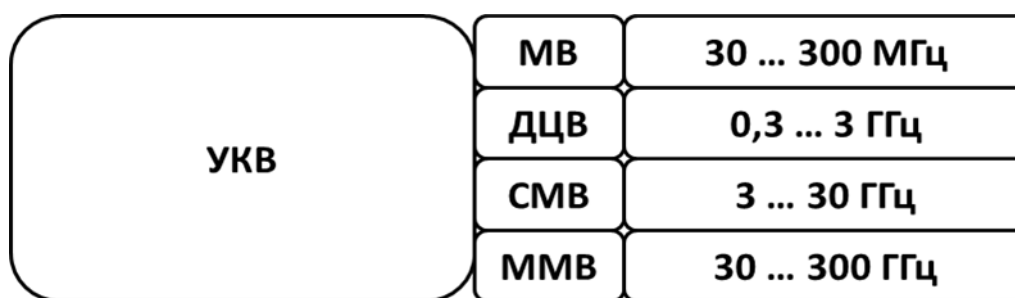


Рисунок 1. Структура диапазона ультракоротких волн (УКВ).

На рис. 1: МВ – метровые волны; ДЦВ – дециметровые волны; СМВ – сантиметровые волны; ММВ – миллиметровые волны.

Радиорелейные системы передачи (РРСП) – радиорелейные станции (РРССт), в которых передача сигналов электросвязи осуществляется путем их ретрансляции наземными станциями (англ. *reley* – смена). В зависимости от используемого вида распространения радиоволн различают РРСП *прямой видимости* и *тропосферные*.

РРСП прямой видимости – РРССт, в которых передача сигналов электросвязи осуществляется путем их ретрансляции наземными станциями, находящимися в *пределах прямой видимости* (около 40 ... 70 км). По этой причине для организации одной РРЛ в аппаратной РРС необходимо иметь *два полуккомплекта РРССт*, каждый из которых обеспечивает связь на одном из двух

действующих в рамках данной РРЛ информационных направлений.

Тропосферная связь (ТРС) – радиосвязь, основанная на рассеянии и отражении радиоволн от неоднородностей в нижних слоях атмосферы (тропосфере).

Тропосферные системы передачи (ТРСП) – РРСт, в которых передача сигналов электросвязи осуществляется путем ретрансляции радиосигналов с использованием рассеяния и отражения радиоволн в тропосфере при расположении наземных станций за пределами прямой видимости. Соседние станции тропосферной линии (ТРЛ) обычно располагаются на расстоянии 200...300 км друг от друга, которое при благоприятных условиях может быть увеличено до 500...600 км. Возможность перекрывать большие расстояния является основным преимуществом ТРЛ.

Особенности распространения радиоволн УКВ диапазона представлены на рис 2.

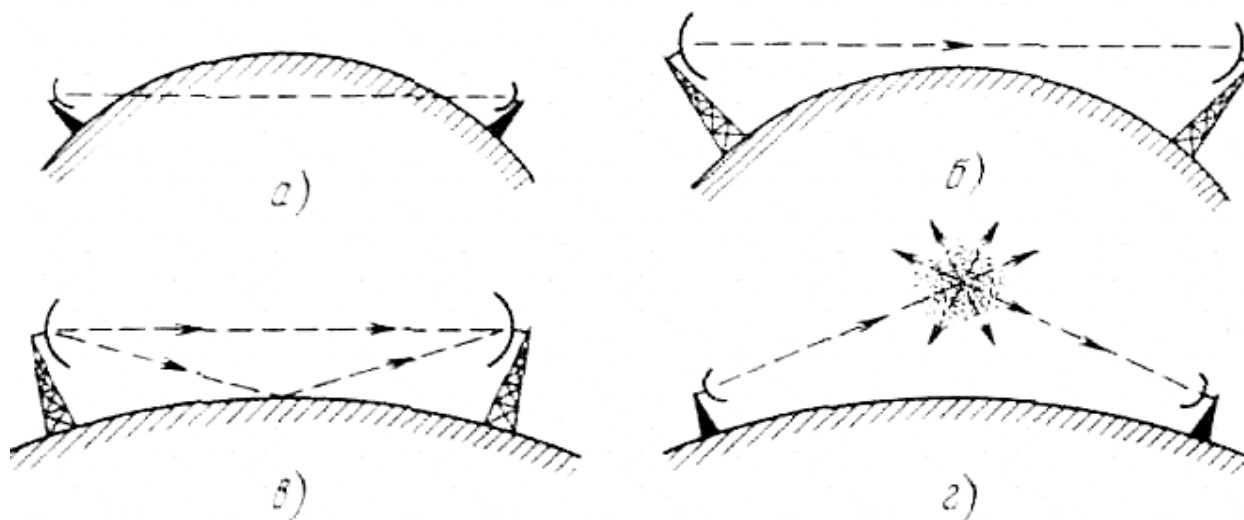


Рисунок 2. Особенности распространения радиоволн УКВ диапазона.

Особенности радиорелейной связи:

применение дециметрового, сантиметрового и миллиметрового диапазонов волн;

использование земной волны при ограниченной длине одного интервала;

использование принципа ретрансляции сигналов для обеспечения

требуемой дальности;

применение остронаправленных антенн.

На рис. 3 представлена типовая диаграмма направленности антенны РРСт.

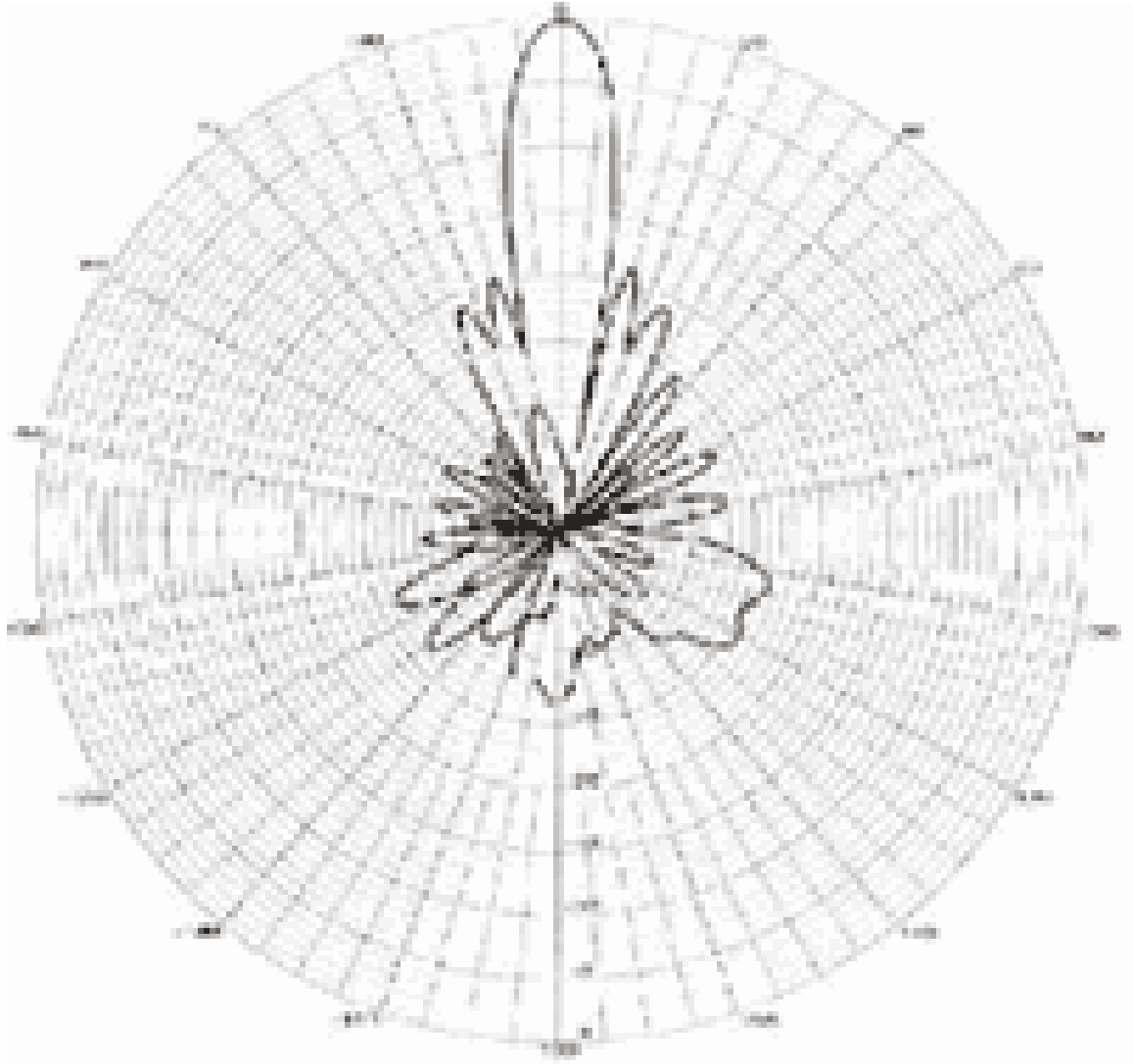


Рисунок 3. Типовая диаграмма направленности антенны РРСт.

Связь, образованная радиорелейными средствами, может быть организована по направлению, оси или сети (связь тропосферными станциями обычно организуется по направлению).

Способы организации РРС представлены на рис. 4. Для организации *радиорелейной сети* требуется один полукомплект РРСт с антенной круговой направленности, что существенно сказывается на дальности связи.

Радиорелейное направление (РРН)	Радиорелейная ось (РРО)	Сеть радиорелейной связи (СРРС)
РРН — способ организации РРС между двумя пунктами управления (корреспондентами)	РРО - способ организации РРС старшего пункта управления с несколькими подчиненными пунктами управления по каналам одной РРЛ	СРРС - способ организации РРС, при котором связь старшего пункта управления (корреспондента) с несколькими подчиненными осуществляется с помощью одного полукompлекта РРСт.

Рисунок 4. Способы организации РРС.

Рис. 5 демонстрирует способы информационно-наглядного представления схем организации РР и тропосферной связи.

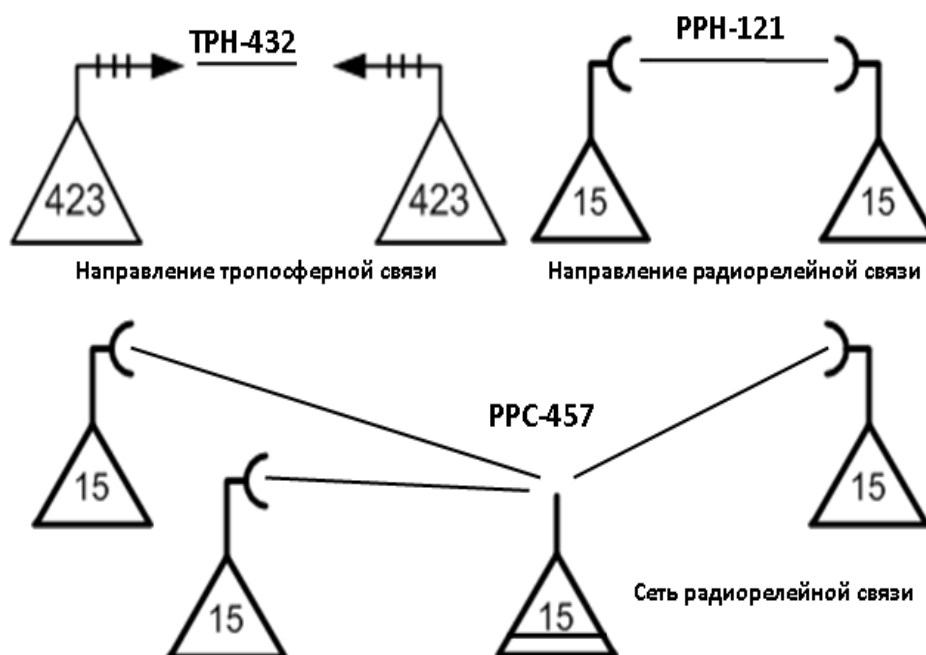


Рисунок 5. Условные знаки и способы изображения организации РР и тропосферной связи.

Внутри представленных на рис. 5 треугольников указывается тип РРСт (например, Р-423), часто тип РРСт указывается путем написания внутри треугольника только двух последних цифр типа РРСт (например, Р-415).

ТРН-432, РРН-121, РРС-457 указывают на номер радиорелейного (тропосферного) направления или радиорелейной сети.

Главная РРСт в радиорелейной сети РРС-547 является стационарной, остальные станции на рис. 5 являются подвижными.

Структура РРЛ на местности (ее топология) характеризуется конфигурацией трассы, под которой понимается линия (ломаная), соединяющая точки развертывания радиорелейных станций в порядке следования интервалов. Как правило, конфигурация трассы строится зигзагообразной, поскольку при этом затрудняется радиодоступ и радиоподавление РРЛ, снижается уровень помех от своих близлежащих станций, благодаря чему частоты через несколько интервалов можно использовать повторно (рис. 6).

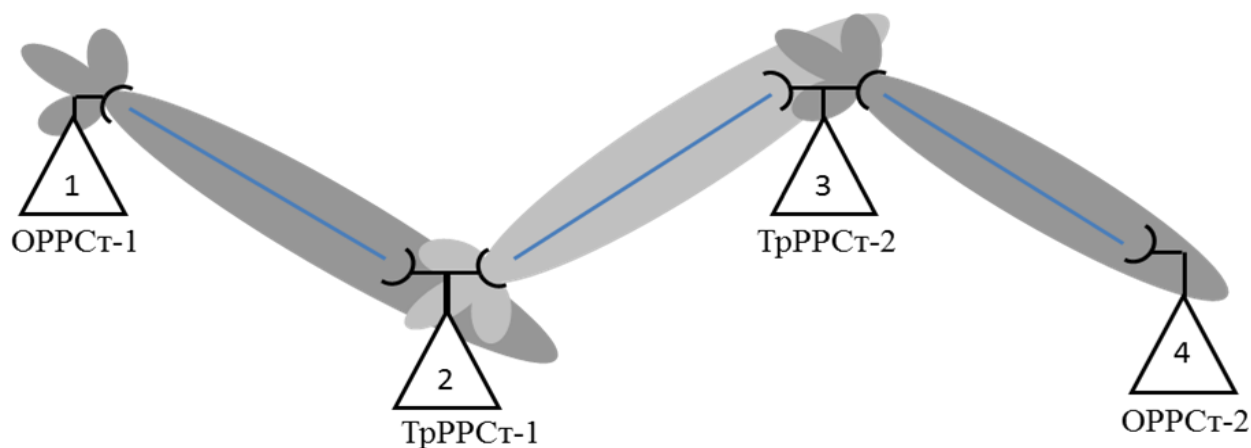


Рисунок 6. Топология РРЛ
(оконечные РРСт-1,2 обеспечивают связь между собой посредством двух транзитных РРСт).

Дальность связи в пределах одного интервала РРЛ ограничивается расстоянием прямой видимости между антеннами (высотой h) соседних РРСт.

2. Методика и порядок проведения занятия.

2.1. Определение расстояния между РРСт, расположенными на ровной местности

Поскольку дальность РР связи определяется наличием прямой видимости между антеннами корреспондирующих РРСт, устойчивость РР связи определяется высотой антенн РРСт, рельефом местности, и мощностью

полезного сигнала в антеннах РРСт. На рис. 7 представлена схема расположения двух РРСт при условии их расположения на «ровной» местности.

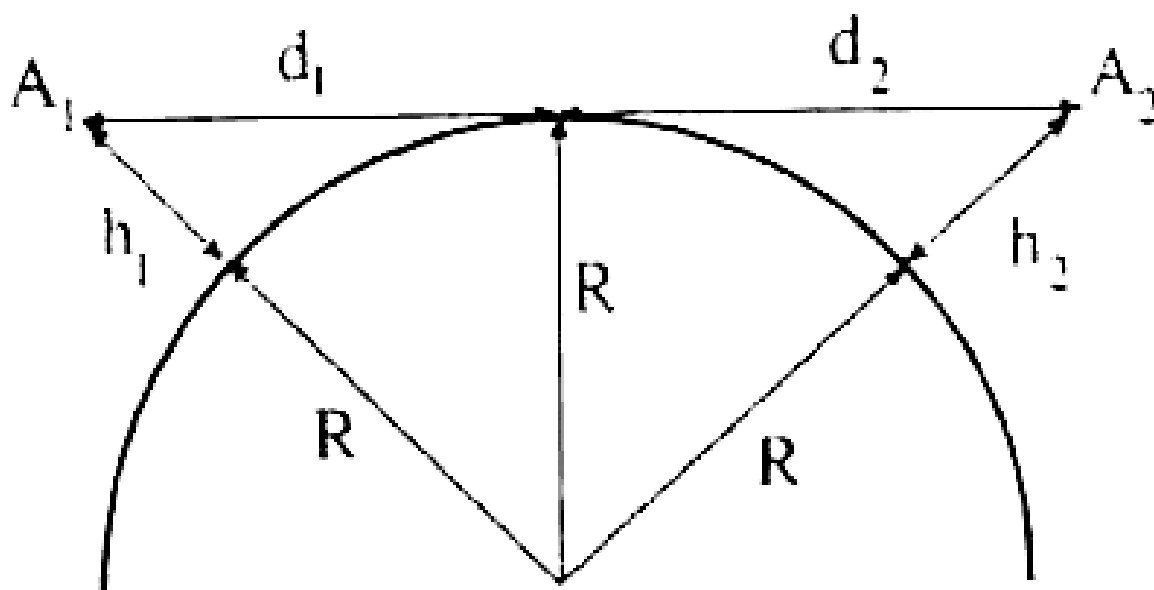


Рисунок 7. Ситуационная схема для определения расстояния между РРСт, расположенными на «ровной» местности.

Условные обозначения на рис. 7:

R – средний радиус Земли (6370 км);

h_1, h_2 – высота антенн A_1 и A_2 ;

$d_1 + d_2 = D$ – расстояние между РРСт.

Прямая линия, изображающая траекторию волн и состоящая из отрезков d_1 и d_2 , почти касается земли. Если антенны сблизить, то зазор между лучом и землей увеличится, если же разнести их на большее расстояние, то при той же высоте антенн волны проходить не смогут.

Применяя теорему Пифагора и учитывая, что высоты h_1 и h_2 малы в сравнении с радиусом земли R , можно определить расстояние D между антеннами A_1 и A_2 , равное сумме $d_1 + d_2$:

$$D = 3,57 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

В данной формуле D измеряется в километрах, h_1 и h_2 – в метрах.

Задание: определить расстояние между РРСт, расположенных на «ровной» местности, при различных вариантах высоты антенн.

Таблица 1

Исходные данные	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$h1(m)$	10	12	14	16	18	20	22	24
$h2(m)$	24	26	28	30	32	34	36	38

Вопросы к лабораторной работе.

1. Дайте определение понятию «радиорелейная связь».
2. Дайте определение понятию «радиорелейная система передачи».
3. Как различаются РРСП в зависимости от используемого вида распространения радиоволн?
4. РРСП прямой видимости –
5. Тропосферная связь (ТРС) –
6. Тропосферные системы передачи (ТРСП) –
7. Способы организации РР связи.
8. Чем характеризуется структура РР линии на местности (ее топология)?
9. Чем ограничивается дальность РР связи на одном интервале РР линии?.
10. С помощью какой формулы можно определить расстояние между РР станциями, при их нахождении на «ровной» местности?.

Литература: [1],[2],[3],[4],[5]

Лабораторная работа № 6

Организационно-техническое построение системы локального оповещения (СЛО)

Теоретическая часть.

На объектах экономики (ОЭ) в технологических циклах производства постоянно возрастает степень их автоматизации, увеличивается содержание опасных веществ, что в определенных ситуациях предполагает возникновение техногенных ЧС (пожаров, взрывов, токсичных выбросов), способных поражать обслуживающий персонал этих предприятий, население, находящееся в районе этого объекта, и окружающую среду. В нормативных, правовых документах определены ПОО, сформулированы задачи органам власти по созданию СЛО, установлены зоны действия СЛО и определен порядок финансирования работ по их созданию.

Основной задачей СЛО является обеспечение передачи сигналов и информации оповещения до:

руководителей и персонала объекта;

объектовых сил и служб ГО;

руководителей (дежурных служб) объектов (организаций), расположенных в зоне действия СЛО;

оперативных дежурных служб органов, осуществляющих управление ГО на территории субъекта РФ, города, городского или сельского района;

населения, проживающего в зоне действия СЛО.

На рис. 1 представлена иерархическая структура систем оповещения РФ.

2. Задание.

На основе представленной ниже комплекточной ведомости сформировать в тетради обобщенную структурную схему СЛО.

Системы оповещения

Федеральная система оповещения (ФСО)	доведение распоряжений о проведении мероприятий ГО, сигналов и информации оповещения от МЧС России до его подчиненных территориальных органов.
Территориальные системы оповещения (ТСО)	доведения сигналов (распоряжений) и информации оповещения от органов ГОЧС на территориях субъектов РФ до местных органов власти и управления, населения, проживающего на указанной территории.
Локальные системы оповещения (ЛСО)	зона действия покрывает всю территорию предприятия, жилые и административные территории, входящие в зону защитных мероприятий.
Объектовая системы оповещения (ОСО)	зона защитных мероприятий ограничена территорией объекта.

Все разновидности СО имеют свои особенности по:
 решаемым задачам;
 реализуемым функциям;
 алгоритмам и сценариям работы;
 используемым для функционирования коммуникациям.

Рисунок 1. Иерархическая структура систем оповещения РФ.

Задачи систем оповещения в РФ представлены на рис. 2.

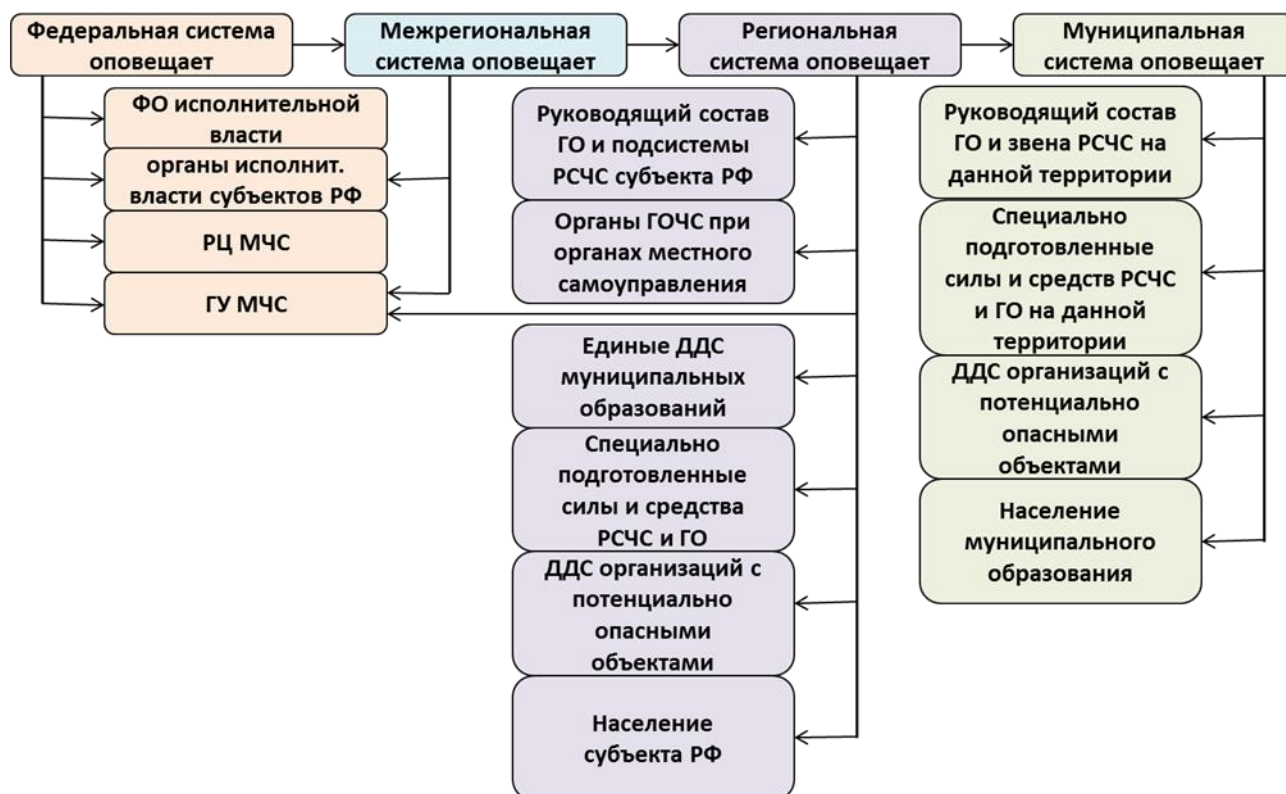


Рисунок 2. Основные задачи систем оповещения в РФ (согласно ст.ст. 7 ... 10 Положения о СО населения)

Комплект изделия ПО156

П-166-КПУ – пульт управления командный (для приема информации с верхнего звена, управления оконечными средствами местного оповещения, состоит из клавиатуры и блока обмена, соединенных кабелем до 5 метров).

П-166-БКС – блок коммутации сообщений (для коммутации команд дистанционного управления и речевой информации по 8 направлениям, передаваемых по СЛО и РАСЦО, на комплекты оповещения, установленные на УС ПОО и в пристанционных городках).

П-166-БОУ – блок оповещения универсальный (для приема команд от П-166-БКС и управления оконечными средствами оповещения П-166 (выносными акустическими устройствами (ВАУ), телефонами, электросиренами, блоками переключения радиотрансляционного узла (П-166-БПР РТУ), блоками индивидуальных комплектов П-166-БИК).

П-166-БИК – блок индивидуальных комплектов (для приема команд от БОУ, циркулярного оповещения руководства и дежурных смен ГОЧС по 20 направлениям и передачи в БОУ результатов оповещения).

П-166-БПР – блок переключения радиотрансляционного узла (для дистанционного управления радиотрансляционным усилителем или выходным акустическим устройством П-166-ВАУ)).

П-166-АПУ – пульт управления автоматизированный (для управления оконечными средствами местного оповещения и приема информации оповещения с верхнего звена, выполняет функции П-166-КПУ, обеспечивает прием и передачу данных о ЧС, документирование на принтере и жестком диске и отражение результатов оповещения на экране ПЭФМ).

П-164Э – электросирены.

П-166-ВАУ – выходное акустическое устройство.

П-166-ПМО – приемник местного оповещения (для оповещения личного состава в помещениях, обеспечивает прием по 2-хпроводной линии вызывного сигнала с БОУ и включение звуковой сигнализации о

приеме, передачу ручного подтверждения, прием речевого сообщения на громкоговоритель).

3. Вопросы к лабораторной работе

31. Служба пожарной охраны (ПО) – ...

32. В каких руководящих документах изложены задачи органов власти по созданию и поддержанию в постоянной готовности к применению систем оповещения – ...

33. Какое требование к управлению силами ликвидации ЧС позволяет реализовать система оповещения? ...

34. Приказом МЧС РФ, Министерства информационных технологий и связи РФ и Министерства культуры и массовых коммуникаций РФ 2006 г. N 422/90/376 введено в действие ...

35. СО представляет собой ...

36. На каждом уровне системы управления РСЧС действуют ...

37. Системы оповещения РСЧС функционируют в трех режимах: ...

38. Общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей (ОКСИОН) представляет собой ...

39. ОКСИОН находится в оперативном управлении ...

40. Основные элементы ОКСИОН: ...

41. Какие СО создаются на потенциально опасных объектах –

42. Какие зоны покрытия для СЛО установлены для основных ПОО РФ?

....

43. Порядок использования СЛО:

44. Кто принимает решение на задействование СЛО? ... (руководитель ПОО или лицо его замещающее).

45. Кто в исключительных, не терпящих отлагательств, обстоятельствах может принять решение на задействование СЛО? ...

46. Что является юридической основой принятия СЛО в эксплуатацию? ...

47. Копии каких документов при вводе в эксплуатацию СЛО должны быть направлены в органы управления по делам ГОЧС субъекта РФ, города (городского района)? ...

48. Особое требование к СЛО – ...

49. Системы оповещения о пожаре классифицируются по следующим признакам: ...

50. Назовите способы оповещения о пожаре – ...

51. Как классифицируются СО о пожаре по очередности оповещения? ...

52. Управление системой оповещения должно осуществляться из ...

53. Сигналы оповещения должны

54. Количество оповещателей, их расстановка и мощность должны ...

55. Оповещатели не должны иметь

56. Какие элементы элементарного канала связи указывают на вид связи?

...

57. Требования к связи – ...

58. Задачи связи ...

59. Кабель – это ...

60. Радиосвязь (radiocommunication) – ...

4. Литература

Литература: [1],[2],[3],[4],[5]

Лабораторная работа № 7

Оценка эффективности автоматизированной системы оперативного управления пожарной охраной (АСОУПО)

Цель занятия – приобретение навыков обоснования применения элементов автоматизации процессов управления силами и средствами ликвидации пожаров в границах гарнизона пожарной охраны.

Учебные вопросы занятия:

1. Расчет необходимого числа диспетчеров.
2. Оценка пропускной способности АСОУПО.
3. Расчет эффективности АСОУПО.

Теоретическая часть.

Основная задача пожарных подразделений– спасение людей, локализация и ликвидация пожара в кратчайшие сроки (ст. 1.2 приказа МЧС России 2011 года № 156 «Порядок тушения пожаров подразделениями пожарной охраны»).

Для выполнения основной задачи личным составом подразделений ПО используются следующие средства:

пожарная и аварийно-спасательная техника, в том числе техника, приспособленная для тушения пожаров;

пожарный инструмент и оборудование, аварийно-спасательное оборудование, в том числе средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД);

огнетушащие вещества;

инструменты и оборудование для оказания первой помощи пострадавшим;

системы и оборудование противопожарной защиты зданий и сооружений;

системы и устройства специальной связи и управления.

В процессе тушения пожара и проведения аварийно-спасательных работ (АСР) осуществляются действия личного состава подразделений, направленные на обеспечение условий успешного выполнения основной задачи с

использованием специальных технических средств, к которым относятся средства связи и управления.

Организация связи осуществляется для обеспечения управления силами и средствами подразделений ПО, их взаимодействия на месте пожара(вызова) и включает определение руководителем тушения пожара (РТП) используемых схем связи, подготовку для их реализации средств связи, постановку задач личному составу, осуществляющим эти функции.

При использовании средств связи обеспечивается соблюдение установленных правил передачи информации, в том числе правил радиообмена.

Связной при тушении пожара осуществляет передачу информации между должностными лицами на пожаре, он назначается РТП (начальником оперативного штаба пожаротушения, если он создается), начальником участка тушения пожара (УТП) или сектора тушения пожара (СТП). Связной отвечает за своевременную и достоверную передачу информацию; представление докладов соответствующим должностным лицам об исполнении полученных указаний; выполняет правила ведения связи; ведет учет передаваемой (получаемой) информации.

Исходные данные:

№ п/п	Параметры	
1	Гарнизон ПО имеет ЦУС и семь пожарных частей. Объекты гарнизона ПО оснащены дымовыми извещателями.	
2	Максимальная нагрузка за смену на одного диспетчера – $U_{\text{л макс, ч-зан.}}$	12
3	Среднее время переговора – $t_{\text{п, мин.}}$;	1,5
4	Время от начала возникновения пожара до момента его обнаружения – τ_{01} (без АСУ), мин.	10
5	Время от начала возникновения пожара до момента его обнаружения – τ_{02} (с АСУ), мин.	6
6	Время обработки заявки без АСУ – $t_{\text{вур1, мин.}}$	3
7	Время обработки заявки с АСУ – $t_{\text{вур2, мин.}}$	1,5
8	Время передачи приказа без АСУ – $t_{\text{пн1, мин.}}$	5
9	Время передачи приказа с АСУ – $t_{\text{пн2, мин.}}$	1,3
10	Время с момента выезда до нач. тушения без АСУ – $t_{\text{пр1, мин.}}$	12
11	Время с момента выезда до нач. тушения с АСУ – $t_{\text{пр2, мин.}}$	8
12	Линейная скорость распространения пламени – $V_{\text{л}} \cdot 10^{-3}, \text{ м/с}$	2,3
13	Коеф-нт уд.стоимости единицы площади горения – $\gamma, \text{ руб/м}^2$	480
14	Среднее число пожаров – α	2
15	Материальный ущерб от пожара без АСУ – $S_{\text{м ул, тыс. руб.}}$	70

№ п/п	Параметры	
16	Материальный ущерб от пожара с АСУ – $C_{му2}$, тыс. руб.	40
17	Косвенный ущерб от пожара без АСУ – $C_{ку1}$, тыс. руб.	90
18	Косвенный ущерб от пожара с АСУ – $C_{ку2}$, тыс. руб.	40
19	Затраты на создание АСОУПО – K_n , тыс. руб.	200
20	Затраты на эксплуатацию АСОУПО – $C_{эк}$, тыс. руб.	8,4
21	Вероятность безотказ. работы тех. средств АСОУПО – $p_{тс}$	0,9
22	Вероятность безотказ. работы диспетчера – p_d	0,9
23	Интенсивность вызовов – λ , выз/мин.	0,1
24	Длительность рабочей смены диспетчера, час.	12

1. Расчет необходимого количества диспетчеров для АСОУПО.

Время обслуживания одного вызова (заявки) при внедрении АСОУПО определяется выражением:

$$T_{обсл2} = T_n + T_{вур2} + T_{пп2} = 1,5 + 1,5 + 1,3 = 4,3 \text{ мин. (0,072 ч)}$$

При интенсивности вызовов $\lambda = 0,1 \text{ выз/мин}$, поступающих в центр АСОУПО, и времени обслуживания одного вызова (заявки) диспетчером центра $T_{обсл2} = 0,072 \text{ ч}$, определяем полную нагрузку на всех диспетчеров за смену (например, 12 час.):

$$U_{\Sigma} = \lambda \cdot 60 \cdot T_{обсл2} \cdot 12 = 0,1 \cdot 60 \cdot 0,072 \cdot 12 = 5,18 \text{ ч-зан.},$$

где: 60 – количество минут в 1 часе (при переводе λ в выз/ч).

Допустимая нагрузка на одного диспетчера за смену с учетом коэффициента его занятости

$$U_{\partial n} = K_{\partial} \cdot U_{1\text{макс}} = 0,4 \cdot 12 = 4,8 \text{ ч-зан.}$$

Необходимое число диспетчеров

$$N_{\partial} = U_{\Sigma} / U_{\partial n} = 5,18 / 4,8 = 1,08 \text{ диспетчера}$$

Принимаем 2 диспетчера в центре АСОУПО.

2. Оценка пропускной способности АСОУПО.

Вероятность того, что два диспетчера будут свободны равна

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\gamma^k}{k!}} = \frac{1}{1 + \left(\frac{\gamma^1}{1!} + \frac{\gamma^2}{2!} \right)} = \frac{1}{1 + \left(\frac{0,42^1}{1} + \frac{0,42^2}{2} \right)} = 0,63,$$

где y – нагрузка на диспетчеров при обслуживании одной заявки, которая определяется по формуле

$$y = \lambda \tau_{обсл2} = 0,1 \cdot 4,3 = 0,43 \text{ мин-зан.}$$

Вероятность одновременной занятости диспетчеров равна

$$p_n = \frac{y^n}{n!} \cdot P_0 = \frac{y^2}{2!} \cdot P_0 = \frac{0,42^2}{2} \cdot 0,63 = 0,0555$$

Вероятность обслуживания вызова определяется формулой

$$p_{обс} = 1 - p_n = 1 - 0,0555 = 0,9445$$

Следовательно, в установившемся режиме будет обслужено 94,4% поступивших заявок.

Абсолютная пропускная способность АСОУПО определяется формулой

$$A = \lambda \cdot p_{обс} = 0,1 \cdot 0,9445 = 0,0944 \text{ выз/мин.},$$

т.е., система способна обработать поступившую заявку в среднем примерно за 11 минут.

3. Расчет показателей экономической эффективности АСОУПО.

Алгоритм расчета экономической эффективности АСОУПО представлен на рис. 1.

В качестве обобщенного показателя экономической эффективности АСОУПО (E_0) используется отношение «предотвращенного ущерба» ($\mathcal{E}$), т.е. уменьшения потерь от пожара за счет применения АСОУПО, к приведенным затратам (C) на ее построение и обслуживание:

$$E_0 = \mathcal{E}/C.$$

Предотвращенный материальный ущерб от пожара может быть оценен по следующей формуле:

$$\Delta \mathcal{E} = \alpha [(C_{нт1} - C_{нт2}) + (C_{тн1} - C_{тн2}) + (C_{ку1} - C_{ку2})],$$

$C_{нт1}$, $C_{нт2}$ – средние значения материального ущерба от пожара до начала его тушения без АСОУПО и с применением АСОУПО соответственно.

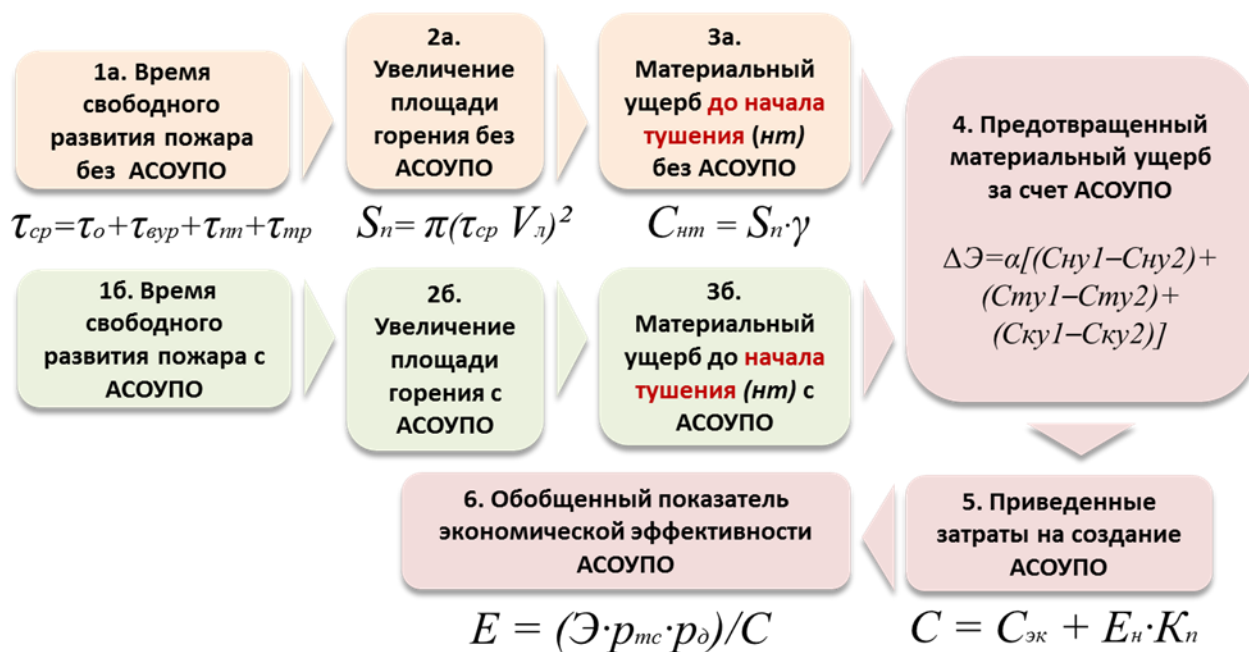


Рисунок 1. Алгоритм расчета обобщенного показателя экономической эффективности АСОУПО.

Размер материального ущерба от пожара до прибытия пожарных подразделений и начала его тушения зависит от условий возникновения и характера развития пожара, времени его обнаружения, принятия решения (выработки управленческого решения по составу техники, формирования приказа на выезд пожарных подразделений), обоснованности принятого решения и удельной стоимости материальных ценностей, находящихся в зоне пожара.

В общем виде ущерб от пожара до начала его тушения вычисляется по формуле:

$$C_y = S_n \cdot \gamma,$$

где: S_n —площадь горения пожара в момент начала тушения;

γ — коэффициент удельной стоимости материалов на единицу площади горения.

Увеличение площади пожара определяется выражением

$$S_n = \pi(\tau_{cp} V_{л})^2,$$

где: τ_{cp} — время свободного развития пожара;

$$\tau_{cp} = \tau_o + \tau_{вур} + \tau_{nn} + \tau_{mp};$$

τ_o – период времени от начала возникновения пожара (времени его обнаружения) до момента получения сообщения о пожаре диспетчером гарнизона ПО;

$\tau_{вур}$ – время обработки сообщения с учетом времени на принятие решения (от момента получения сообщения о пожаре до момента начала передачи приказа пожарным частям);

τ_{nn} – время передачи приказа пожарным частям;

τ_{mp} – период времени от получения приказа на выезд до момента начала тушения пожара (с учетом времени разворачивания).

Применение АСОУПО позволяет сократить $\tau_{вур}$ и τ_{nn} за счет автоматизации приема и обработки заявки, автоматизированной обработки принятого решения и одновременной передачи приказов на высылку пожарных подразделений всем задействованным пожарным частям.

Размер предотвращенного ущерба за счет применения организации АСОУПО более ощутим при одновременном тушении нескольких пожаров, т.к. в сложной оперативной обстановке даже опытный диспетчер допускает ошибки в выборе необходимой пожарной части и требуемого состава техники, в учете задействованной и находящейся в боевом резерве гарнизона техники, что негативно влияет на *оперативность* управления тушением пожаров.

В сложной оперативной обстановке при наличии АСОУПО существенно сокращается время управленческих операций, что значительно повышает эффективность АСР по ликвидации пожаров.

Повышение оперативности тушения пожара за счет АСОУПО приводит к сокращению не только *непосредственного*, но и *косвенного ущерба*, вызванного простоем и восстановлением исходного положения пострадавшего объекта.

В общий объем ущерба входят: зарплата персонала за время вынужденного простоя; доплаты персоналу при ликвидации последствий пожара; потери от снижения числа выпущенной продукции из-за простоя; оплата штрафов за неисполнение заключенных договоров и т.д. Величина косвенного ущерба может составлять 10 ... 300% от непосредственного ущерба от пожара.

Оценка приведенных затрат на построение и эксплуатацию АСОУПО определяется формулой

$$C = C_{эк} + E_n \cdot K_n,$$

где: $C_{эк}$ – затраты на эксплуатацию системы;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

K_n – капитальные вложения на построение АСОУПО.

Экономическая эффективность АСОУПО зависит также от безотказности работы технических средств АСУ и безотказности диспетчера. С учетом данных показателей обобщенный показатель экономической эффективности АСОУПО может быть определен формулой

$$E = (\mathcal{E} \cdot p_{mc} \cdot p_{\partial}) / C,$$

где: p_{mc} – вероятность безотказной работы технических средств АСОУПО;

p_{∂} – вероятность безотказной работы диспетчера.

Задание: рассчитать экономическую эффективность АСОУПО на основе исходных данных, представленных в табл. 1.

Вопросы к лабораторной работе.

1. Основная задача пожарных подразделений.
2. Основные средства для выполнения подразделениями ПО основной задачи.
3. К какому виду работ относится организация связи при тушении пожара?
4. Обязанности связного при тушении пожара.
5. АСОУПО – это ...

6. Временные циклы развития пожара в гарнизоне ПО: ...
7. Линейная скорость распространения пламени
8. Время свободного развития пожара – ...
9. Структура времени свободного развития пожара – ...
10. Увеличение площади горения пожара определяется выражением – ... (
11. Размер общего ущерба от пожара определяется ...
12. Предотвращенный материальный ущерб от пожара за счет использования АСОУПО определяется по формуле: ...
13. Косвенный ущерб от пожара – ...
14. Величина косвенного ущерба может составлять от ...
15. Приведенные затраты на создание и эксплуатацию АСОУПО определяются по формуле – ...
16. Обобщенный показатель экономической эффективности АСОУПО – ...
17. Применение АСОУПО снижает материальный ущерб от пожара за счет ...
18. Классификация связи ГПС по назначению – ...
19. Для чего предназначены линии спецсвязи «01», «112»? ...

Литература:

1. Зыков В.И. Автоматизированные системы управления и связь: учебно-методическое пособие / Зыков В.И., Мосягин А.Б., Петренко А.Н., Матюшин А.В.; под ред. В.И. Зыкова. – М.: Академия ГПС МЧС России. 2009. – 71 с.
Доступно: www.academymgps.ru/img/photo/seass/Metoth.pdf

Таблица 1

№ п/п	Параметры	Вариант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Гарнизон ПО имеет ЦУС (ЦППС) и семь пожарных частей. Объекты гарнизона ПО оснащены дымовыми извещателями.										
2	Макс. нагрузка за смену на одного диспетчера – $U_{I\max}$, ч-зан.	12									
3	Среднее время переговора – t_n , мин.;	1,5									
4	Время от начала возникновения пожара до момента его обнаружения – $\tau_0 I$ (без АСУ), мин.	10	11	12	13	14	15	16	17	18	9
5	Время от начала возникновения пожара до момента его обнаружения – $\tau_0 2$ (с АСУ), мин.	7	8	9	10	11	12	13	14	15	6
6	Время обработки заявки без АСУ – $t_{вур1}$, мин.	3	3,5	4	4,5	3	3,5	4	4,5	3	3,5
7	Время обработки заявки с АСУ – $t_{вур2}$, мин.	1,3	0,9	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
8	Время передачи приказа без АСУ – $t_{пп1}$, мин.	6	5,5	6	5,5	4,5	4	6	4,5	5	5,5
9	Время передачи приказа с АСУ – $t_{пп2}$, мин.	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,3	1,4
10	Время с момента выезда до нач. тушения без АСУ – $t_{тр1}$, мин.	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
11	Время с момента выезда до нач.тушения с АСУ – $t_{тр2}$, мин.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
12	Линейная скорость распространения пламени – $V_{л} \cdot 10^{-3}$, м/с	3	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
13	Коэф-нт уд.стоимости единицы площади горения – γ , руб/м²	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
14	Среднее число пожаров – a	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	Материальный ущерб от пожара без АСУ – $C_{му1}$, тыс. руб.	90	95	80	85	70	75	60	65	50	55
16	Материальный ущерб от пожара с АСУ – $C_{му2}$, тыс. руб.	80	85	70	75	60	65	50	55	40	45
17	Косвенный ущерб от пожара без АСУ – $C_{ку1}$, тыс. руб.	42	45	40	45	30	35	30	35	80	85
18	Косвенный ущерб от пожара с АСУ – $C_{ку2}$, тыс. руб.	22	25	20	25	20	25	20	25	40	45
19	Капитальные вложения на создание АСОУПО – K_n , тыс. руб.	400	450	500	550	600	650	400	450	500	550
20	Нормативный коэффициент эффективности капвложений E_n	0,85									
21	Затраты на эксплуатацию АСОУПО – $C_{эк}$, тыс. руб.	5	6	7	4	5	6	7	7	6	5
22	Вероятность безотказ. работы тех. средств АСОУПО – $p_{тс}$	0,8	0,85	0,9	0,95	0,99	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95
23	Вероятность безотказ. работы диспетчера – p_d	0,8									
24	Интенсивность вызовов – λ , выз/мин.	0,1									
25	Длительность рабочей смены диспетчера, час.	12									

Лабораторная работа № 8

Разработка схемы-приказа узлу связи

1. Теоретическая часть.

Схема проводной связи разрабатывается на графической части плана связи. Исходными данными для разработки схемы проводной связи являются распоряжение по связи вышестоящего штаба, решение начальника связи на организацию связи, наличие сил и средств проводной связи.

Упрощенная методика разработки схемы проводной связи может быть представлена следующей последовательностью действий и расчетов.

На первом этапе следует определить наличие кабеля и личного состава для развертывания сети проводной связи. Проверить полноту и точность нанесения на карту узлов связи и пунктов управления старшего штаба, своего штаба, подчиненных и приданных подразделений; запасных мест их развертывания, узлов и линий единой сети электросвязи, сети проводной связи вышестоящего штаба, которые находятся на участке полка (батальона).

На втором этапе нанести карандашом предполагаемые трассы проводных линий связи. Вычислить для каждой линии связи требуемое количество кабеля для развертывания с учетом поправки на рельеф и выделяемого резерва начальника направления связи (до 20 %). Для этого можно применить вспомогательную таблицу, в том числе исполненную на ПЭВМ в программе Excel (табл. 1).

Таблица 1. Таблица нормированного расхода полевого кабеля с учетом рельефа и резерва

Направление связи	По карте	+ 10 % рельеф	+ 20 % резерв	Выделено кабеля
Имеется в наличии				65
УС КП 10 мсп	2,00	2,20	2,64	3,00
УС КП 10 мсп – УС КНП 1 мсб	4,50	4,95	5,94	6,00
УС КП 10 мсп – УС КНП 2 мсб	6,00	6,60	7,92	8,00
УС КП 10 мсп – УС КНП 3 мсб	8,00	8,80	10,56	11,00
УС КП 10 мсп – УС КНП тб	6,00	6,60	7,92	8,00
УС КП 10 мсп – УС ТПУ 10 мсп	6,00	6,60	7,92	8,00

Направление связи	По карте	+ 10 % рельеф	+ 20 % резерв	Выделено кабеля
УС КП ПАГ–10 – УС КП <i>здн</i>	2,00	2,20	2,64	3,00
УС КП 10 <i>мсп</i> – УС КНП ПТРез, ПОЗ	1,25	1,38	1,65	2,00
УС КП 10 <i>мсп</i> – УС КНП <i>врхбз</i>	1,50	1,65	1,98	2,00
УС ТПУ 10 <i>мсп</i> – УС КНП <i>ремр, рмо</i>	2,00	2,20	2,64	3,00
УС ТПУ 10 <i>мсп</i> – УС КНП МПП	1,25	1,38	1,65	2,00
Задействовано				56
Резерв				9,0

Выделяемое количество кабеля должно быть кратно строительной длине кабеля (для П-274М – 0,5 км).

2. Задание

Вычислить требуемое количество кабеля для всех проводных линий связи.

На третьем этапе произвести оценку реализуемости запланированных проводных связей. Для этого сравнить требуемое количество кабеля для всех проводных линий связи с наличием кабеля с учетом 20 % резерва. Если требуемое количество кабеля меньше имеющегося в наличии минус резерв – производим изменение и перерасчет трасс прокладки линий проводной связи, изменение их структуры (организовать связь по одной линии с несколькими подразделениями). Производим пересчет требуемого количества кабеля. Изменение структуры линий проводной связи производится до тех пор, пока планируемое количество задействованного кабеля не будет превышать имеющийся ресурс. При невозможности дальнейшего сокращения расхода кабеля за счет изменения структуры, следует подать заявку старшему начальнику связи для его дополнения.

На четвертом этапе необходимо определить количество и состав линейных команд. Затем распределить линии связи между линейными командами, выделить средства механизации, определить последовательность развертывания линий связи, вычислить время развертывания каждой линии и общее время работы каждой линейной команды.

Для учета неблагоприятных условий необходимо воспользоваться

коэффициентами, приведенными в сборнике [4]. Однако для тех дальностей связи, для которых организуется связь в полку, и тем более в батальоне, поправки будут небольшими и ими можно пренебречь.

Сравнить максимальное время работы линейных команд с требуемым временем. Если оно меньше требуемого – изменить количество и состав линейных команд, или (и) распределение линий связи между линейными командами, или (и) последовательность развертывания линий связи. Произвести перерасчет максимального времени работы линейных команд.

На заключительном этапе выполнить линии связи на карте в чистовом варианте. Вычертить таблицу «Распределение кабеля и линейных команд по направлениям связи» (табл. 6, прил. 1; табл. 5, прил. 2).

Оптимизация распределения работ между линейными командами по критерию сокращения общего времени на развертывания сети проводной связи может быть произведена с помощью сетевого графа.

3. Вопросы к лабораторной работе

1. Структура типового канала передачи – ...
2. Что характеризует род канала связи передачи? ...
3. С помощью каких элементов формируются каналы вторичной сети связи? ...
4. Какой элемент вторичной сети связи определяет вид связи? ...
5. Провод – это...
6. Кабель – это ...
7. Различают кабельные (электропроводные) системы передачи на ...
8. Проводная связь – это...
9. В каких режимах функционирования единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС) используется проводная связь? ...
10. От чего зависит интенсивность использования того или иного рода связи? ...
11. Когда имеет место максимальная интенсивность использования

проводной связи? ...

12. Минимальная интенсивность использования проводной связи имеет место ... (в зонах военных действий и зонах ликвидации ЧС).

13. Назовите основные виды проводной связи –

14. Преимущества проводной связи – ...

15. Недостатки проводной связи – ...

16. Способы организации проводной связи – ...

17. Ось проводной связи – это ...

18. Направление проводной связи – это ...

19. Требования к связи РСЧС и ГО – ...

20. Какими двумя группами параметров характеризуются проводные (кабельные) линии связи? ...

21. Назовите первичные параметры передачи кабельной линии – ...

22. Назовите вторичные параметры передачи кабельной линии – ...

23. Первичные параметры взаимного влияния цепей ...

24. Вторичные параметры взаимного влияния цепей ...

25. Классификация полевых кабелей связи ...

26. Основным средством проводной связи являются ...

27. Какие типы АТС Вам известны? ...

28. Для чего предназначены линии спецсвязи «01», «112»? ...

29. Распределение абонентов по категориям пожарной безопасности на УСС «01», «112» – ...

30. Номенклатура средств проводной связи МЧС: ...

4. Литература

Наставление по организации управления и оперативного (экстренного) реагирования при ликвидации чрезвычайных ситуаций. Утверждено протоколом заседания Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности от 28.05.2010 года № 4.

Лабораторная работа № 9

Оценка вероятности безотказной работы радиально-лучевой системы связи

1. Теоретическая часть.

Измерение ЧХ остаточного затухания канала ТЧ производится по команде старшей станции после измерения остаточного затухания. Для этого необходимо:

- Подготовить к работе измерительный прибор П-321 (П-322, П-326) и измерительные шнуры;
- Проверить установку каналов в режим **4ПР.ОК.**;
- Установить переключатель «**ЧАСТОТА**» прибора П-321 в положение **800 Гц**;
- Установить переключатель «**НЕП.ГЕН.**» в положение **–1,5 Нп**;
- Установить переключатель «**НЕП.УУ.**» в положения **1 Нп**;
- Установить тумблер «**ВЫС.СОПР.– 600 Ом**» в положение **600 Ом**;
- Установить служебную связь со станцией I (II) по КСС или одному из каналов ТЧ, и по команде старшей станции подключить ИГ П-321 к проверяемому каналу соединив двухпроводными шнурами гнезда «**ГЕН.**» и «**УУ**» прибора с гнездами «**ПЕРЕДАЧА –1,5Нп**» и «**ПРИЕМ +0,5**» канала соответственно;

Примечание: Измерение $\Delta a_r(f)$ может производиться раздельно или одновременно в обоих направлениях.

- Принимая сигнал от корреспондента проверить по УУ П-321 уровень приема равный **+0,5 Нп**. При необходимости подрегулировать регулятором «**РУ**» данного канала установку стрелки прибора П-321 на отметку **+0,5 Нп**;
- Измерить уровни приема в канале на частотах **0,3; 0,4; 1,4; 3,1; 3,4 кГц**, указанных в схеме измерения ЧХ (рис. 3.2);

– Значения $\Delta a_r(f)$ отсчитываются по шкале указателя уровня как разность между уровнем p_2 на частоте 800 Гц и уровнем p_2 на измеряемой частоте. Полученные значения $\Delta a_r(f)$ на всех частотах одного и другого направлений передачи сравниваются с нормами табл.4.17.6 или графика (рис.4.17.7);

– Данные измерения докладываются старшей станции и по ее команде записываются в аппаратный (технический) журнал.

Если хотя бы на одной частоте $\Delta a_2(t)$ выходит за пределы нормы, измерения прекращаются, а канал ТЧ считается непригодным к эксплуатации, о чем делается отметка на шильдике МД-3 и запись в аппаратном журнале. Приведение $\Delta a_r(f)$ к норме производится перепайкой корректирующих контуров НЧ или ВЧ под крышкой на лицевой панели блока МД-3 упаковки ИПО-3 (ИО-3).

Если характеристики каналов не соответствуют нормам для одного переприемного участка, необходимо произвести корректирование частотной характеристики, с помощью перепайки корректирующих контуров НЧ и ВЧ (Под крышкой на лицевой панели блока МД-3). При необходимости так же можно произвести корректирование в средней части диапазона (для одного из трех каналов).

Если таким методом откорректировать каналы не удастся, производится измерение частотной характеристики линейного тракта. Обнаруженные неравномерности частотной характеристики устраняются с помощью группового корректора (перепайками на планке ГКК блока РРУ) в приемном тракте конечной или промежуточной обслуживаемой станции. После этого вновь производится измерение частотных характеристик всех каналов.

Примечание: Измерение частотной характеристики остаточного затухания каналов возможно и без прибора П-321 при помощи ПВУ аппаратуры П-303-ОБ. Для этого необходимо:

– Соединить гнезда **ПЕР.** и **ПР.** блока ПВУ с гнездами **ПЕР.** и **ПР.** измеряемого канала;

– Запросить поочередно измерительные сигналы с частотами 400 и 3100 Гц (изменение частоты производится ключом «**3100-800-400 Гц**» на блоке ПВУ). Уровень сигнала на этих частотах не должен отличаться от уровня на частоте 800 Гц не более чем на $-0,3 - +0,1$ Нп.

В случае если указанные нормы не выполняются, то после регулировки остальных каналов, следует измерить частотную характеристику канала с помощью приборов П-321, П-320М или П-322.

2. Задание

1. При измерении остаточного затухания (ОЗ) уровень передачи в точке номинального относительного уровня минус 13 дБ ($-1,5$ Нп) на частоте 1020 (800) Гц должен быть равным минус 23 дБ ($-2,65$ Нп). При наличии измерительных приборов старого парка (П-321) допускается передача в точку номинального относительного уровня минус 13 дБ ($-1,5$ Нп) уровня на один непер ниже (т.е. $-2,5$ Нп) на частоте 800 Гц. Об этом механики, проверяющие (регулирующие) канал тональной частоты должны предупреждать друг друга.

Для измерения ОЗ механик старшего узла (станции) дает команду: «Приступаем к измерению ОЗ 5-го канала системы К-720. Даю генератор в тракт передачи с уровнем минус 2,5 Нп на частоте 800 Гц». При получении уровня взаимодействующий механик производит его измерение и докладывает результаты измерения руководителю: «По пятому каналу получаю уровень минус 0,5 Нп». Аналогичным способом проводится измерение в обратном направлении.

При разовых измерениях ОЗ в процессе эксплуатации допускается его отклонение от установленной нормы в пределах $+2,5$ дБ для простого канала и $+3$ дБ – для составного канала. При соответствии измеренного остаточного затухания установленным нормам механики приступают к измерению частотной характеристики остаточного затухания (ЧХОЗ). Схема измерения

ЧХОЗ на рис. 3.1.

2. Измерение ЧХОЗ проводится после измерения и регулировки ОЗ при помощи приборов, имеющихся на боевом посту.

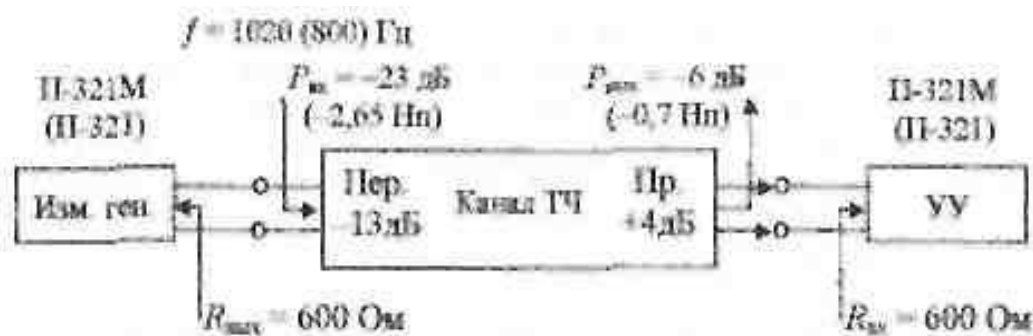


Рис. 3.1. Схема измерения остаточного затухания

При измерении механик старшей станции дает команду «Приступаем к измерению частотной характеристики остаточного затухания, дайте последовательно генератор с частотой 300, 400, 600, 1020, (800), 1200, 1600, 2000, 2400, 3400 Гц».

Результаты измерения сравниваются с нормой на простой или составной канал заданной структуры.

Схема измерения частотной характеристики остаточного затухания приведена на рис. 3.2.

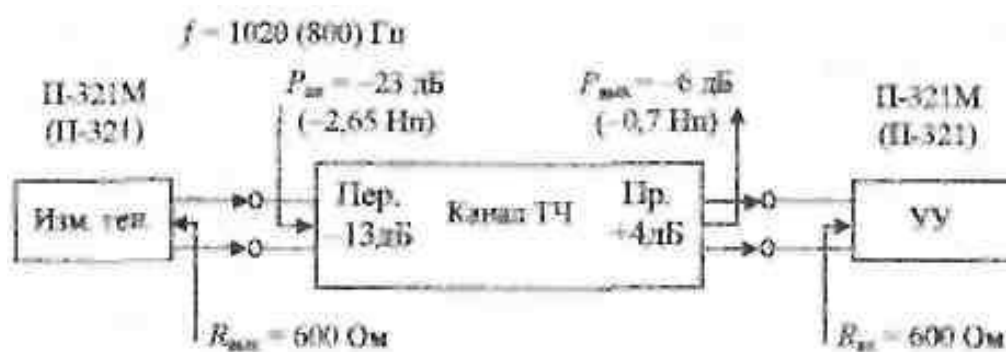


Рис. 3.2. Схема измерения частотной характеристики остаточного затухания

3. Измерение уровня невзвешенных шумов проводится механиками дальней связи, механиками радиорелейной и тропосферной станций при помощи встроенных или внешних приборов, имеющихся на боевом посту. При

измерении механик старшей станции дает команду: «Приступаем к измерению уровня невзвешенных шумов. Нагрузите тракт передачи на 600 Ом». Измерения проводятся в течение 5 с на выходе измеряемого канала.

Результаты измерений сравниваются с нормой на простой или составной канал заданной структуры. Схема измерения невзвешенного шума приведена на рис. 3.3.

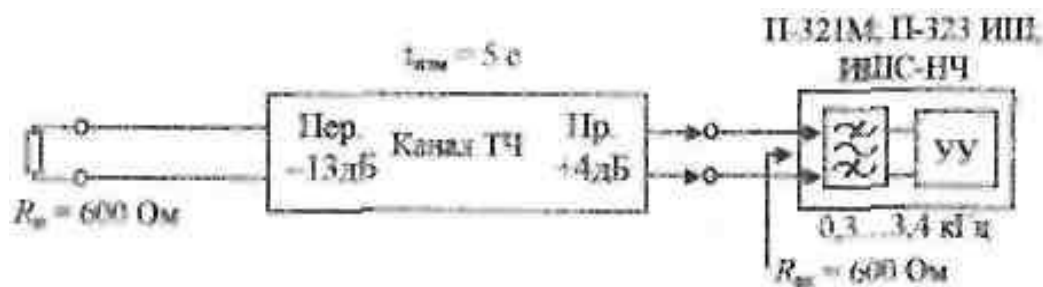


Рис. 3.3. Схема измерения невзвешенного шума канала ТЧ

4. Измерение защищенности от внятных переходных влияний между трактами передачи и между трактами передачи и приема одного канала проводится механиками дальней связи, механиками радиорелейной и тропосферной станции при помощи встроенных или внешних приборов, имеющихся на боевом посту.

При измерении механик старшей станции дает команду: «Приступаем к измерению защищенности от внятных переходных помех между трактами передачи и приема канала. Нагрузите тракт передачи и тракт приема на 600 Ом».

Результаты измерения сравниваются с нормой на канал заданной протяженности. При этом канал, имеющий защищенность менее 22 дБ, можно использовать только для открытой телефонной связи. Для систем ТТ требуется защищенность не менее 26 дБ, а для аппаратуры Т-230 – не менее 33 дБ.

Схема измерения защищенности между трактами передачи и приема канала приведена на рис. 3.4.

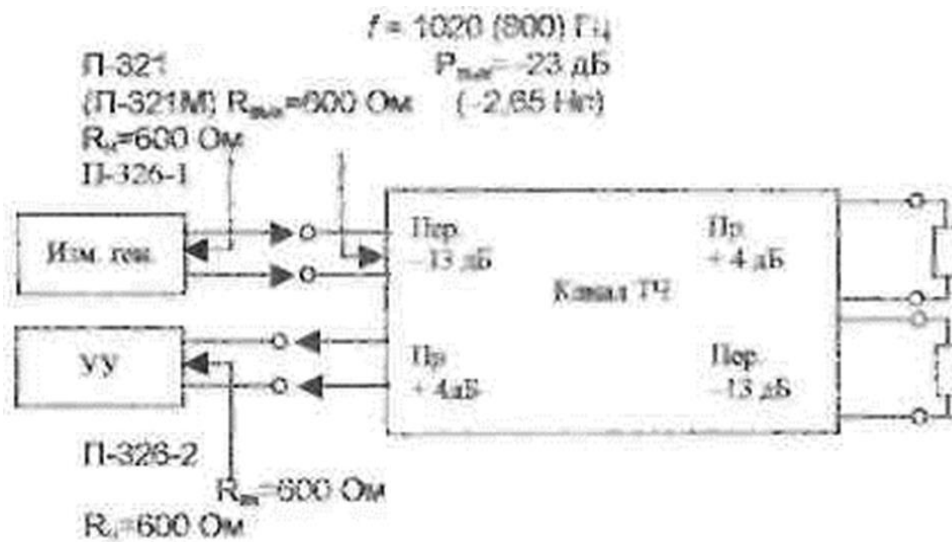


Рис. 3.4 Схема измерения защищенности тракта приема от тракта передачи

2. Задание

Снять частотную характеристику остаточного затухания СКТЧ и оценить качество канала.

3. Вопросы к лабораторной работе.

1. Основные параметры СКТЧ.
2. Основные параметры цифрового канала связи.
3. Порядок измерения ЧХОЗ.
4. Требования к связи.
5. Эксплуатационные параметры средства связи.

Структура канала связи на функциональном уровне.