

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

---

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. директора ЮТИ ТПУ  
\_\_\_\_\_ С.А. Солодский  
« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

## **СИСТЕМЫ СВЯЗИ И ОПОВЕЩЕНИЯ**

Методические указания к выполнению контрольных работ по курсу  
«Системы связи и оповещения» для студентов заочной формы обучения,  
обучающихся по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» профиль  
подготовки «Защита в чрезвычайных ситуациях»

*Составитель* **П.В. Родионов**

Издательство  
Юргинского технологического института (филиала)  
Томского политехнического университета  
2021

УДК 614.8  
ББК 68.9  
Р-60

Р-60 **Системы связи и оповещения:** Методические указания к выполнению контрольных работ по курсу «Системы связи и оповещения» для студентов заочной формы обучения, обучающихся по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» профиль подготовки «Защита в чрезвычайных ситуациях» / сост.: П.В. Родионов; Юргинский технологический институт. – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета, 2021. – 31 с.

**УДК 614.8**  
**ББК 68.9**

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию  
учебно-методической комиссией ЮТИ ТПУ  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Руководитель ОПОП  
20.03.01. «Техносферная безопасность»,  
кандидат технических наук, доцент \_\_\_\_\_ *С.А. Солодский*

Председатель учебно-методической комиссии,  
кандидат технических наук, доцент \_\_\_\_\_ *А.В. Проскоков*

*Рецензент*  
Кандидат технических наук, доцент ЮТИ ТПУ  
*А.Г. Мальчик*

© Составление. ФГАОУ ВО НИ ТПУ  
Юргинский технологический институт (филиал), 2021  
© Родионов П.В., составление, 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. Содержание дисциплины	6
2. Методические указания по выполнению контрольной работы	8
Заключение	28
Рекомендуемая литература	29

Контрольная работа по дисциплине «Системы связи и оповещения» выполняется студентами заочной формы обучения в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования и с учебным планом по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» профиля подготовки «Защита в чрезвычайных ситуациях».

Целью контрольной работы является углубление знаний при изучении литературных источников и нормативно-инструктивных материалов, отработка практических умений по мероприятиям планирования, организации оповещения населения, сотрудников при чрезвычайной ситуации и мероприятиях гражданской обороны, организации связи и оповещения органов управления и личного состава аварийно-спасательных служб и формирований, пострадавшего населения при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время.

## ВВЕДЕНИЕ

Главная задача единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – РСЧС) – предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) техногенного и природного характера.

Реализация этой задачи предполагает заблаговременное осуществление комплекса мер, направленных на предупреждение и максимально возможное уменьшение рисков возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение материальных и людских потерь и размеров ущерба окружающей природной среде.

Проблема носит межведомственный и межрегиональный характер и требует комплексного подхода на государственном уровне, повышения ответственности органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций и их руководителей за своевременное проведение мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций.

Природно-климатические условия России создают постоянную угрозу опасных природных процессов и явлений. Наибольшую угрозу человеческим жизням, объектам жизнеобеспечения, населенным пунктам представляют пожары, землетрясения, оползни, сели и паводки, снежные лавины, прорывы высокогорных озер, подтопления грунтовыми водами.

Классик теорий информации Норберт Винер утверждал, что все беды в мире происходят от недостатка информации. Действительно, чрезвычайные ситуации можно предотвратить или существенно снизить их негативные последствия, если получаемая информация о месте и времени их возникновения будет своевременной и достоверной.

Успешное решение задач управления мероприятиями по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций невозможно без наличия современной, надежно действующей связи. От состояния связи зависит своевременность выполнения этих мероприятий.

В условиях ЧС своевременность и достоверность получаемой информации в основном обеспечивается:

- своевременной и устойчивой организацией связи и оповещения в соответствии с требованиями руководящих документов и с учетом местных условий решения практических задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- функциональными возможностями и наиболее эффективными методами и способами практического использования систем связи и оповещения.

При ликвидации последствий ЧС одной из главных задач управления является планирование и организация систем связи и управления для своевременной и точной передачи необходимых данных от органов управления до подчиненных и обратно.

## 1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание разделов дисциплины:

### **Раздел 1. Общие положения о связи и ее назначение связи в звеньях управления РСЧС.**

*Определение связи и классификация сообщений. Виды и рода связи. Требования, предъявляемые к связи. Понятия: сообщение, информация, код. Задачи теории связи. История развития связи. Семафорная азбука и коды Морзе. Сигналы. Канал связи и его физические характеристики. Линии, каналы и тракты связи. Узлы связи. Основные характеристики связи. Понятие многоканальная связь. Эффективность канала связи. Методы повышения помехоустойчивости и надежности каналов связи. Способы кодирования сообщений. Факторы, влияющие на надёжность и качество связи. Общая схема организации связи.*

#### **Темы лекций:**

1. Понятия и определения связи РСЧС и ГО.
2. Основные характеристики системы связи.

#### **Темы практических занятий:**

1. Расчет электрических параметров витой пары.
2. Расчет основных характеристик системы оперативной связи.
3. Расчет дальности связи между радиостанциями. Планирование сетей радиосвязи.

### **Раздел 2. Системы телефонной и факсимильной связи, звукового и телевизионного вещания, радиосвязи**

*Структура и состав системы связи. Аналоговые системы связи. Цифровые системы связи. Основные характеристики цифровых сигналов и каналов связи. Методы модуляции в цифровых системах связи. Цифровая обработка аналоговых сигналов. Дискретизация сообщений по времени. Квантование по уровням. Сопряжение аналоговых и цифровых каналов связи. Модемы, их назначение и основные характеристики. Способы передачи речевых сообщений. Основные характеристики аналоговых сигналов и каналов связи. Методы модуляции в аналоговых системах связи и их применение. Определение первичной и вторичной сети связи. Системы телефонной и факсимильной связи: назначение, структура, основные характеристики. Системы звукового и телевизионного вещания: назначение, структура, основные характеристики. Основные понятия радиосвязи. Диапазоны частот спектра электромагнитных колебаний. Подвижные системы радиосвязи: общие сведения, назначение, классификация. Применение и перспективы развития систем связи. Основные системы связи: назначение, основные характеристики, принципы построения.*

#### **Темы лекций:**

3. Системы телефонной и факсимильной связи, звукового и телевизионного вещания.
4. Системы радиосвязи.

#### **Темы практических занятий:**

4. Организация взаимодействия узлов связи.

5. Разработка информационных сетей системы связи. Анализ организации связи гарнизона пожарной охраны.

**Раздел 3. Узлы и средства связи ГО. Основы организации связи в чрезвычайных ситуациях.**

*Назначение, классификация и структура узлов связи. Основные структурные элементы узлов связи. Организация взаимодействия и эксплуатации узлов связи.*

*Задачи и требования, предъявляемые к связи. Принципы организации связи. Организация связи при ликвидации чрезвычайных ситуаций. Структура построения и задачи функциональной подсистемы связи РСЧС. Системы автоматического оповещения о чрезвычайных ситуациях. Принципы организации, состав и работа систем охранных и пожарных сигнализаций. Организация связи при проведении работ в районах ЧС. Особенности организации связи при применении аппаратуры линейного шифрования. Планирование организации связи. Работа должностных лиц по планированию связи. Организация связи и оповещения в органах управления РСЧС. Работа должностных лиц по планированию связи. Организация взаимодействия системы связи ГО с системами связи других министерств и ведомств.*

**Темы лекций:**

5. Узлы и средства связи.
6. Основы организации связи в РСЧС и ГО.
7. Организации связи и оповещения в органах управления ГО и ЧС.
8. Задачи и способы оповещения органов управления ГО и ЧС.

**Темы практических занятий:**

6. Определение необходимого количества диспетчеров на центре АСОУПО.
7. Расчет сети оповещения в зданиях и сооружениях.
8. Разработка структурной схемы связи гарнизона пожарной охраны.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

### **2. 1. Порядок выполнения работы и общие требования**

Контрольная работа по курсу «Системы связи и оповещения» выполняется студентами в сроки и в соответствии с учебным планом института.

Контрольная работа по данному курсу заключается в выполнении задания в соответствии с вариантом.

Работа должна быть выполнена в печатном виде и оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к контрольным работам студентов заочной формы обучения.

При выполнении работы необходимо рассмотреть сущность проблемы на основе обзора литературных отечественных и зарубежных источников, привести оценку современного состояния решаемой проблемы. Также необходимо рассматривать проблемы и перспективы применения изученного материала в конкретных ситуациях. Изложение материала в контрольной работе должно быть кратким и точным. Следует избегать сложных грамматических оборотов.

Работа может быть выполнена в виде компьютерной распечатки, либо написана четким почерком.

На титульном листе должны быть четко написаны: название дисциплины, фамилия, имя и отчество студента, название кафедры, специальности и группы, шифр студента, номер варианта. В конце работы необходимо дать список использованных источников.

При возникновении вопросов студент может обратиться за консультацией к преподавателю, ведущему данный курс.

Каждая контрольная работа содержит 20 вариантов. Студент выполняет вариант, совпадающий с двумя последними цифрами его учебного шифра.

Например, согласно шифру 31757009 студент выполняет вариант №9. Если последние цифры шифра составляют число, превосходящее 20, следует вычесть число, кратное 20. Например, шифру 31757024 соответствует №4, полученный при вычитании  $24 - 1 \cdot 20 = 4$ .

Номер варианта проставляется на титульном листе.

Работа, выполненная по иному варианту, либо не в полном объеме, не рецензируется и считается не представленной для проверки.

При выполнении контрольных работ надо строго придерживаться указанных ниже правил. Работы, выполненные без соблюдения этих правил, не засчитываются и возвращаются студенту для переработки.

Контрольную работу следует выполнять в тетради, отдельной для каждой работы, чернилами любого цвета, кроме красного, оставляя поля для замечаний рецензента.

На обложке тетради должны быть ясно написаны фамилия студента, его инициалы, учебный номер (шифр), номер контрольной работы, название дисциплины; здесь же следует указать дату отсылки работы в институт и адрес студента. В конце работы следует проставить дату ее выполнения и расписаться.



В работу должны быть включены все задачи, указанные в задании, строго по положенному варианту. Контрольные работы, содержащие не все задачи задания, а также содержащие задачи не своего варианта, не засчитываются.

Решения задач надо располагать в порядке номеров, указанных в заданиях, сохраняя номера задач. Перед решением каждой задачи надо выписать полностью ее условие. В том случае, если несколько задач, из которых студент выбирает задачи своего варианта, имеют общую формулировку, следует, переписывая условие задачи, заменить общие данные конкретными из соответствующего номера.

Решения задач следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения и делая необходимые чертежи.

После получения прорецензированной работы, как незачётной так и зачётной, студент должен исправить все отмеченные рецензентом ошибки и недочеты и выполнить все рекомендации рецензента.

Если рецензент предлагает внести в решения задач те или иные исправления или дополнения и прислать их для повторной проверки, то это следует сделать в короткий срок. В случае незачета работы и отсутствия прямого указания рецензента на то, что студент может ограничиться представлением исправленных решений отдельных задач, вся работа должна быть выполнена заново.

При высылаемых исправлениях должна обязательно находиться прорецензированная работа с рецензией на нее. В связи с этим рекомендуется при выполнении контрольной работы оставлять в конце тетради несколько чистых листов для всех дополнений и исправлений в соответствии с указаниями рецензента. Вносить исправления в сам текст работы после рецензирования запрещается.

В случае неудовлетворительной оценки за представленную работу преподавателем составляется рецензия, которая должна содержать такие элементы, как:

- общая характеристика работы;
- оценка невыполненных элементов;
- оценка самостоятельности;
- указания на характер допущенных ошибок;
- пути устранения выявленных недостатков.

В проверенную работу студенты обязаны внести необходимые исправления и дополнения в соответствии с замечаниями преподавателя.

Студенты, не представившие в срок контрольную работу без уважительных причин, к экзаменационной сессии не допускаются.

## 2.2. Задания для выполнения контрольной работы

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 1 РАСЧЁТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВИТОЙ ПАРЫ

#### 1.1. Общее понятие о витой паре

Витая пара - это изолированные проводники, попарно свитые между собой некоторое число раз на определенном отрезке длины, что требуется для уменьшения перекрестных наводок между проводниками. Такие линии как нельзя лучше подходят для создания симметричных цепей, в которых используется балансный принцип передачи информации (рис. 1.1).

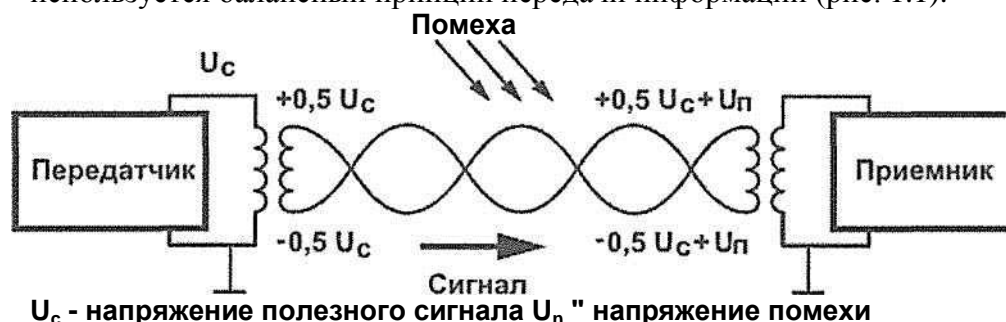


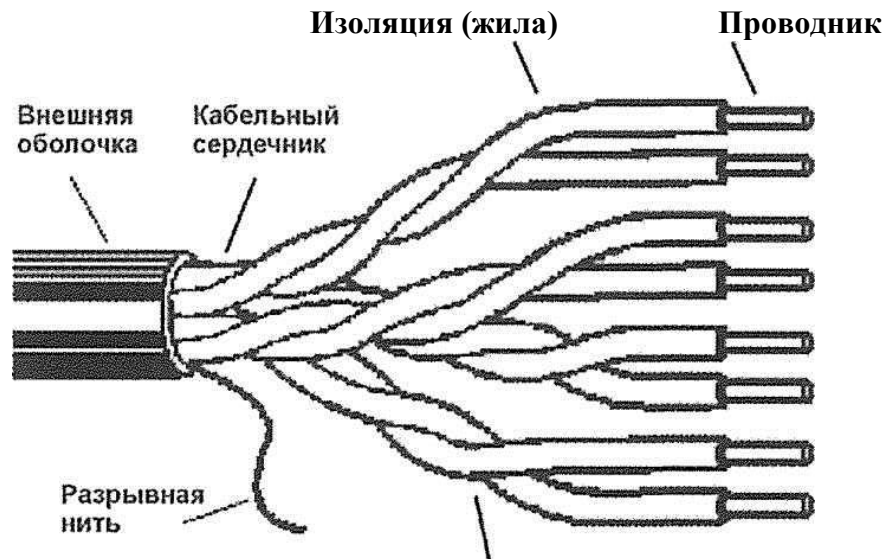
Рис. 1.1. Симметричная цепь

Витая пара десятилетиями успешно использовалась в телефонии. В сентябре 1990 года – это была витая пара 3-й категории, с очень большим, в десятки сантиметров, шагом скрутки проводов в паре и небольшой, до 20 МГц, полосой пропускания (т. е. были взяты прямо из телефонной проводки). Компьютерные кабели отличало только оформление – 4 пары под одной оболочкой. В 1995 году был введен новый стандарт на кабель Категории 5 (Level 5), с шагом скрутки, меняющимся для разных пар от 12 до 32 мм (например, ряд от Lucent – 15, 13, 20, 24 мм). Такой кабель обеспечивает передачу сигналов с частотой до 100 Мбит. Затем появилась Категория 5е (до 125 МГц), Категория 6 (до 200 МГц) и Категория 7 (до 600 МГц). Конструкция витой пары показана на рис. 1.2.

Как правило, кабель имеет 4 пары в одной оболочке. Немного реже встречаются 2-парные варианты, которые можно применять с ограниченным числом сетевых протоколов. Проводники изготовлены из монолитной медной проволоки толщиной 0,5–0,65 мм. Толщина изоляции около 0,2 мм, материал обычно поливинилхлорид (английское сокращение PVC), для более качественных образцов 5-й категории - полипропилен (PP), полиэтилен (PE). Особенно высокоскоростные кабели имеют изоляцию из вспененного (ячеистого) полиэтилена, которые обеспечивают низкие диэлектрические потери, или тефлона.

Разрывная нить (обычно капрон) используется для облегчения разделки внешней оболочки - при вытягивании она делает на оболочке продольный разрез, который открывает доступ к кабельному сердечнику, гарантированно

не повреждая изоляцию проводников. Внешняя оболочка имеет толщину 0,5-0,6 мм и обычно изготавливается из поливинилхлорида с добавлением мела, который повышает хрупкость. Это необходимо для точного облома по месту надреза лезвием отрезного инструмента. Кроме этого, начинают применяться так называемые "молодые полимеры", которые не поддерживают горения и не выделяют при нагреве галогенов.



По наличию (или отсутствию) экрана, различают несколько типов кабелей:

- ® UTP (unshielded twisted pair), что означает незащищенная витая пара (НЗВП), то есть кабель, витые пары которого не имеют индивидуального экранирования;
- o FTP (Foiled Twisted Pair) – фольгированная витая пара. Имеет общий экран из фольги, однако у каждой пары нет индивидуальной защиты;
- e STP (shielded twisted pair) – защищенная витая пара (ЗВП), каждая пара имеет экран;
- o ScTP (Screened Twisted Pair) – экранированный кабель, который может как иметь, так и не иметь защиту отдельных пар.

## 1.2. Параметры, определяющие электрические свойства витой пары

Электрические свойства витой пары как обычной направляющей системы электромагнитных колебаний характеризуются сопротивлением  $R$ , индуктивностью проводников  $L$ , емкостью  $C$  и проводимостью изоляции  $G$ . Эквивалентная схема витой пары показана на рис. 1.3.

Величины  $R$  и  $G$  обуславливают тепловые потери в меди и диэлектрике соответственно.  $L$  и  $C$  определяют реактивность системы, или, иначе говоря, ее частотные свойства. Активное сопротивление  $R$  постоянному току зависит от материала проводника, его геометрических размеров и его температуры. По распространенному стандарту EIA/TIA-568A это значение не должно превышать 19,2 Ом на короткозамкнутом шлейфе длиной в 100 метров при температуре 20 °С, с увеличением частоты сигнала активное сопротивление растет. Это обусловлено прохождением тока в основном по части, обращенной к другому проводнику (эффект близости). Вытеснение тока к поверхности проводника (скин-эффект) для проводов тоньше 0,8 мм мало заметен.

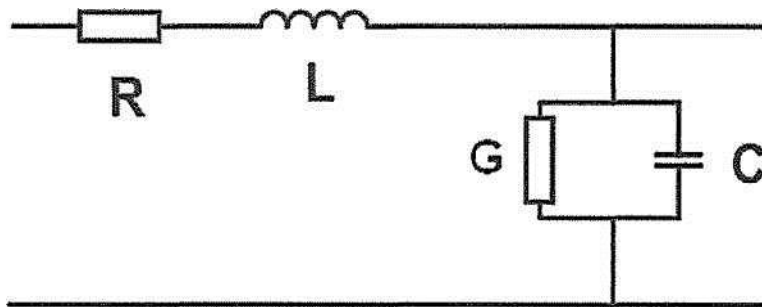


Рис. 1.3. Упрощенная электрическая эквивалентная схема витой пары. L-индуктивность R - активное сопротивление C – емкость.

Проводимость изоляции  $G$  является мерой качества материала и его нанесения на поверхность отдельного проводника. Сопротивление току утечки, связанное с несовершенством диэлектрика, может достигать нескольких единиц гигаом. В основном на проводимость изоляции влияют затраты на поляризацию диполей материала диэлектрика. Особенно много их содержится в поливинилхлориде, часто используемом для витой пары низкой категории. В более качественных кабелях обычно используются полиэтилен или тефлон, рассеяние энергии в которых гораздо ниже. Еще ниже этот показатель для вспененных материалов, применяемых для кабелей высшего класса.

Индуктивность  $L$  можно разделить на внешнюю (определяемую геометрией и магнитными свойствами проводника) и внутреннюю (создаваемую магнитным полем протекающего тока). Внутренняя индуктивность имеет слабую тенденцию к уменьшению с ростом частоты.

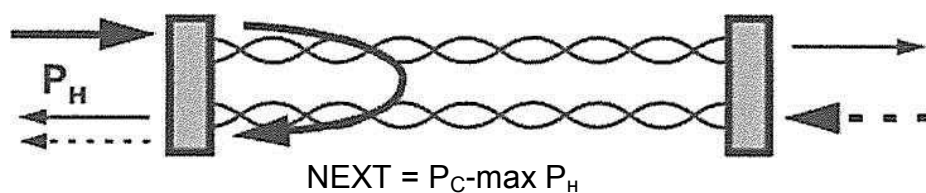
Два проводника, составляющих пару, можно рассматривать как конденсатор, емкость которого  $C$  не зависит от частоты. Она определяется материалом изоляции, геометрическими размерами проводников и расстоянием между ними. По стандарту для современных кабелей величина емкости составляет не более 5,6 нФ.

Волновое сопротивление хорошо характеризует однородность тракта передачи электромагнитной энергии. Его неоднородности неизбежно вызывают отражения части сигнала и ухудшение качества линии. Поэтому все составляющие, включая сетевые адаптеры, должны иметь одинаковое волновое сопротивление или должны быть согласованы. Как правило, неоднородности волнового сопротивления на реальных коммуникациях являются следствием некачественного монтажа (изгиб, давление, растяжение, перекручивание).

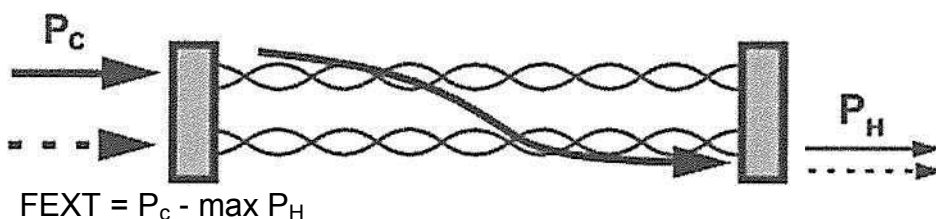
Для реальной оценки качества среды передачи требуется знать только соотношение двух базовых параметров - сигнала и шума, так как для корректной интерпретации принятого сигнала не важно абсолютное значение амплитуды, она может составлять и 0,001 В и 1000 В. Необходимо, чтобы полезный сигнал был различим на фоне шума (превышал уровень помех). При этом в качестве основной единицы измерения выбраны децибелы (дБ).

Затухание не полностью описывают картину прохождения сигнала по реальному кабелю. При передаче сигналов по неидеальной витой паре часть энергии рассеивается в окружающем пространстве в виде электромагнитных волн (а не только в виде тепла). Причем, чем больше будет отличаться от идеальной витая пара (будет разбалансированной), тем больше будет энергия такого излучения. Если в непосредственной близости от таких проводников будут находиться другие, то в них возникнет наведенный ток. Этот эффект получил название переходных наводок - отношения мощности наведенного сигнала к основному, а разность между ним и передаваемым сигналом соответственно считается переходным затуханием (рис. 1.4).

### Переходное затухание двунаправленной передачи $P_c$ .



### Переходное затухание однонаправленной передачи



$P_c$  - уровень сигнала

$P_H$  - уровень переходной наводки

Рис. 1.4. Переходные наводки

NEXT (Near End Crosstalk) переходное затухание двунаправленной передачи, и FEXT (Far End Crosstalk) – переходное затухание однонаправленной передачи (английское слово Cross часто сокращают как X). Дословно NEXT означает перекрестные наводки на ближнем, а FEXT – на дальнем конце кабеля. Таким образом, чем выше NEXT и FEXT, тем меньше уровень имеет наводка в соседних парах, и тем выше качество кабеля.

Для своего варианта рассчитать следующие электрические параметры витой пары:

– емкость.

Величина удельной емкости витой пары составляет

$$C = (27,9 \epsilon) / [\ln(2D / d)], \quad (1.1)$$

где  $C$  – величина удельной емкости витой пары, пФ/м;  
 $\epsilon$  – относительная диэлектрическая проницаемость материала изоляции, пФ/м;  
 $D$  – расстояние между проводниками пары, мм;  $d$  – диаметр проводника, мм.

– индуктивность

$$L = L_M + L_{ж}, \quad (1.2)$$

где  $L_M$  – межвитковая индуктивность, мГн;  $L_{ж}$  – индуктивность жил, мГн.

– активное сопротивление

$$R = \rho \cdot (l / s), \quad (1.3)$$

где R – сопротивление, Ом;

$\rho$  – удельное сопротивление, Ом·мм / м; l – длина проводника, м;  
s – сечение проводника, мм<sup>2</sup>.

– проводимость изоляции

$$G = 1/R_{из}, \quad (1.4)$$

где G – проводимость изоляции, Ом; R<sub>из</sub> – сопротивление изоляции, Ом.

– уменьшение эффективного сечения проводника

$$\Delta = 2,09 / \sqrt{f} \quad (1.5)$$

где  $\Delta$  – уменьшение эффективного сечения проводника, мм;

f – частота, кГц.

– волновое сопротивление

$$Z = \sqrt{Z_0 \cdot Z_c}, \quad (1.6)$$

где Z<sub>0</sub> – сопротивление витой пары при холостом ходе, Ом;

Z<sub>c</sub> – сопротивление витой пары при коротком замыкании, Ом.

– максимально допустимое затухание

$$A(f) = k_1 + k_2 + k_3 \sqrt{f} \sqrt{f} \sqrt{f} \quad (1.7)$$

где A – максимально допустимое затухание, дБ;

f – частота сигнала, МГц;

k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub>, k<sub>3</sub> – константы, определяемые в зависимости от категории кабеля (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Константы для определения допустимого затухания

Категория кабеля	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	k <sub>3</sub>
3	2,320	0,238	0,000
4	2,050	0,043	0,057
5	1,967	0,023	0,050

– переходное затухание

$$NEXT(f) = NEXT(0,772) - 15 \lg(f / 0,772), \quad (1.8)$$

где NEXT ( f ) – переходное затухание, дБ;

f – частота сигнала, МГц;

NEXT (0,772) – минимально допустимое переходное затухание на ближнем конце на частоте 0,772 МГц, которое для кабелей категории 3,4,5 принимается равным 64 дБ. $A = 10 \cdot \lg ( P_{\text{ВЫХ}} / P_{\text{ВХ}} )$ ,

- затухание

$$A=10 \cdot \lg(P_{\text{ВЫХ}}/P_{\text{ВХ}}) \quad (1.9)$$

где A – затухание, дБ;

$P_{\text{ВЫХ}}$  – выходная мощность сигнала, мВт;

$P_{\text{ВХ}}$  – входная мощность сигнала, Вт.

– коэффициент затухания alfa. Отражает ослабление сигнала на единицу длины

$$\text{alfa} = A/L, \quad (1.10)$$

где L – длина кабеля, м.

- максимально возможная скорость передачи данных по каналу:

$$C = F \cdot \log_2 ( 1 + P_c / P_{\text{ш}} ), \quad (1.11)$$

где, C – максимально возможная скорость передачи данных по каналу, бит в секунду;

F – ширина полосы пропускания линии, Гц;

$P_c$  – мощность сигнала, Вт;

$P_{\text{ш}}$  – мощность шума, мВт.

Сделать вывод о пригодности соединительной линии к эксплуатации, используя варианты задания (табл. 1.2).

При расчётах необходимо обращать внимание на размерность величин: в формулах они должны быть одинаковыми. Сопротивление витой пары при коротком замыкании принимается равным удвоенному значению активного сопротивления.

Соединительная линия на основе витой пары считается пригодной к эксплуатации если электрические параметры витой пары не выходят за пределы параметров указанных в пункте 1.4 данного задания.

В случае не совпадения расчётных параметров витой пары с табличными такая соединительная линия считается не пригодной к эксплуатации.

Таблица 1.2

## Варианты задания к практической работе № 1

№ п/п	$\varepsilon$ , пФ/м	D, мм	d, мм	$\rho$ Ом·мм <sup>2</sup> / м	l, м	f, МГц	Z <sub>0</sub> , Ом	P <sub>вых.</sub> , мВт	P <sub>вх.</sub> (P <sub>c</sub> ), Вт	P <sub>ш.</sub> , мВт	F, Гц •10 <sup>6</sup>	L <sub>м</sub> , мГн	L <sub>ж</sub> , мГн	R <sub>из.</sub> , МОм
1	2,2	0,39	0,32	0,0157	120	90	61	0,5	1,0	0,2	3,0	11,0	5,0	1
2	2,3	0,38	0,4	0,028	150	95	52	0,55	и	0,3	2,0	8,5	7,3	2
3	2,8	0,35	0,51	0,0157	170	80	51	4,5	5,8	3,20	2,5	3,8	1,5	3
4	2,4	0,37	0,64	0,028	110	83	54	6,2	2,1	1,53	3,1	6,7	2,3	4
5	2,6	0,40	0,81	0,0157	140	97	81	0,23	1,7	0,3	2,9	1,2	0,5	5
6	2,7	0,36	0,32	0,028	130	99	42	0,47	1,2	0,2	2,8	U	0,4	6
7	3,1	0,39	0,4	0,0157	129	100	48	0,51	3,2	0,02	3,2	1,0	0,45	7
8	3,2	0,38	0,51	0,028	142	95	51	0,62	1,7	0,01	1,8	11,0	5,0	8
9	3,3	0,35	0,64	0,0157	134	84	62	2,6	6,5	0,8	1,7	8,5	7,3	9
10	3,4	0,37	0,81	0,028	100	87	28	2,68	3,1	0,91	2,0	3,8	1,5	1
11	2,2	0,40	0,32	0,0157	120	90	61	0,5	1,0	0,3	3,0	6,7	2,3	2
12	2,3	0,36	0,4	0,028	150	95	52	0,55	1,1	0,02	2,0	1,2	0,5	3
13	2,8	0,39	0,51	0,0157	170	80	51	0,45	1,5	0,3	2,5	1,1	0,4	4
14	2,4	0,38	0,64	0,028	118	83	54	0,62	2,1	0,1	3,1	1,0	0,45	5
15	2,6	0,35	0,81	0,0157	140	91	81	0,23	1,7	0,03	2,9	11,0	5,0	6
16	2,7	0,37	0,32	0,028	131	99	42	4,7	2,0	0,76	2,8	8,5	7,3	7
17	3,1	0,40	0,4	0,0157	129	100	48	0,51	3,2	0,12	3,2	3,8	1,5	8
18	3,2	0,36	0,51	0,028	142	95	51	0,62	1,7	0,1	1,8	6,7	2,3	9
19	3,3	0,39	0,64	0,0157	134	84	62	2,6	6,5	0,38	1,7	1,2	0,5	1
20	3,4	0,38	0,81	0,028	100	87	38	2,68	3,1	0,11	2,0	U	0,4	2
21	5	0,35	0,32	0,513	142	95	51	15,2	7,4	2,61	1,8	1,0	0,45	3
22	6	0,37	0,4	0,514	134	84	62	2,6	6,5	0,38	1,7	11,0	5,0	4
23	7	0,40	0,51	0,515	100	87	28	2,68	зд	U	2,0	8,5	7,3	5
24	8	0,36	0,64	0,516	120	90	61	0,5	1,0	0,01	3,0	3,8	1,5	6



#### 1.4. Справочные данные к практической работе

Кабель категории 1 – обычный телефонный кабель (пары проводов не витые), по которому можно передавать только речь, но не данные. Данный тип кабеля имеет большой разброс параметров (волнового сопротивления, полосы пропускания, перекрестных наводок).

Кабель категории 2 – это кабель из витых пар для передачи данных в полосе частот до 1 МГц. Кабель не тестируется на уровень перекрестных наводок. Используется очень редко.

Кабель категории 3 – это кабель для передачи данных в полосе частот до 16 МГц, состоящий из витых пар с девятью витками проводов на метр длины. Кабель тестируется на все параметры и имеет волновое сопротивление 100 Ом. Самый простой тип кабелей, рекомендованный для локальных сетей.

Кабель категории 4 – это кабель, передающий данные в полосе частот до 20 МГц. Используется редко, так как не слишком заметно отличается от категории 3. Рекомендуются вместо кабеля категории 3 переходить сразу на кабель категории 5. Кабель категории 4 тестируется на все параметры и имеет волновое сопротивление 100 Ом.

Кабель категории 5, рассчитанный на передачу данных в полосе частот до 100 МГц, состоит из витых пар, имеющих не менее 27 витков на метр длины. Кабель тестируется на все параметры и имеет волновое сопротивление 100 Ом. Рекомендуются применять его в современных высокоскоростных сетях типа Fast Ethernet.

Наиболее важные электрические параметры кабеля категории 5:

- Волновое сопротивление в диапазоне частот до 100 МГц - 100 Ом (допускается кабель с волновым сопротивлением до 120 Ом).
- Величина перекрёстных наводок NEXT на частоте до 100 МГц не менее 32 дБ.
- Затухание на частоте до 100 МГц - до 22 дБ.
- Активное сопротивление не более 9,38 Ом на 100 м.
- Емкость кабеля не более 5,6 нФ на 100 м.
- Скорость передачи данных до 155 Мбит/с.
- Индуктивность цепи 0,9 мГн/км.
- Проводимость 1 – 200 мкСм/км
- Кабель категории 6 – тип кабеля для передачи данных в полосе частот до 200 МГц.
- Кабель категории 7 – тип кабеля для передачи данных в полосе частот до 600 МГц.
- Остальные технические характеристики представлены в табл. 1.3, 1.4.

Таблица 1.3

## Максимальное затухание в кабелях

Частота, МГц	Максимальное затухание, дБ		
	Категория 3	Категория 4	Категория 5
0,064	2,8	2,3	2,2
0,256	4,0	3,4	3,2
0,512	5,6	4,6	4,5
0,772	6,8	5,7	5,5
1,0	7,8	6,5	6,3
4,0	17	13	13
8,0	26	19	18
10,0	30	22	20
16,0	40	27	25
20,0	-	31	28
25,0	-	-	32
31,25	-	-	36
62,5	-	-	52
100	-	-	67

Таблица 1.4

## Допустимые уровни перекрёстных наводок

Частота, МГц	Перекрёстная наводка на ближнем конце, дБ		
	Категория 3	Категория 4	Категория 5
0,150	-54	-68	-74
0,772	-43	-58	-64
1,0	-41	-56	-62
4,0	-32	-47	-53
8,0	-28	-42	-48
10,0	-26	-41	-47
16,0	-23	-38	-44
20,0	-	-36	-42
25,0	-	-	-41
31,25	-	-	-40
32,5	-	-	-35
100,0	-	-	-32

Витая пара - один из компонентов современных структурированных кабельных систем. Используется в телекоммуникациях и в компьютерных сетях в качестве сетевого носителя во многих технологиях, таких, как Ethernet, ARCNet и Token ring. В настоящее время, благодаря своей дешевизне и лёгкости в установке, является самым распространённым решением для построения локальных вычислительных сетей.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 2  
РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОЙ  
СВЯЗИ

### 2.1. Общие положения

Связь абонентов с диспетчером пожарной охраны осуществляется набором двухзначного номера «01». При наборе цифры «0» осуществляется соединение с узлом спецсвязи (УСС) городской телефонной сети (ГТС), а при наборе цифры «1» устанавливается связь с диспетчером центрального пункта пожарной связи (ЦППС) по одной из спецлиний «01».

На рис. 2.1 показана схема связи абонентов автоматической телефонной станции (АТС) с диспетчером «Д» ЦППС.

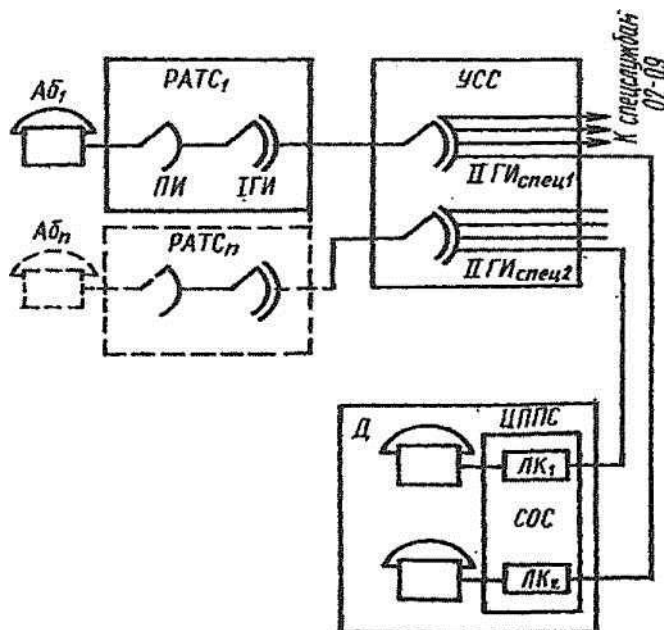


Рис. 2.1. Схема соединения абонентов АТС через УСС с ЦППС: СОС – станция оперативной связи; Аб – абонент; ЛК – линейный комплект; ГИ – групповое искание

В небольших городах узел спецсвязи устанавливается на одной из районных АТС (РАТС), а в более крупных городах выделяется в самостоятельный узел. По специальным линиям следуют сообщения (вызовы) справочно-информационного (05–09) и экстренного (01–04) характера. На УСС происходит разделение вызова различных спецслужб по направлениям. Узел спецсвязи соединяется с ЦППС пучком соединительных линий.

Процесс обслуживания вызова на участке «УСС-Д» формализуется в виде системы массового обслуживания с ограниченным числом мест ожидания. Зная поток поступающих вызовов и время обслуживания вызова, можно с помощью математических расчётов определить оптимальную структуру системы обслуживания.

Система спецсвязи характеризуется нагрузкой и показателями качества обслуживания вызовов. На ЦППС поступает не только поток сообщений о пожарах, но и большое число вызовов-помех, которые создают значительную дополнительную нагрузку на диспетчеров. В результате занятия линии на участках ГИ – ПГИ<sub>спец</sub> и ПГИ<sub>спец</sub> – ЦППС существует вероятность потери вызовов  $P_{в1}$  и  $P_{в2}$  соответственно. Потери  $P_{в2}$  зависят от числа линий «01», числа диспетчеров и способа обслуживания на ЦППС.

Участок сети ПГИспец – ЦППС характеризуется поступающей на подсистему нагрузкой  $\gamma$ :

$$\gamma = \lambda_{\Sigma} \cdot T_{\text{обс } 1} \quad (2.1)$$

где  $\lambda_{\Sigma}$  - суммарная интенсивность вызовов;

$T_{\text{обс } 1}$  - время, через которое вызывающий абонент освободит линию (предварительное обслуживание).

Это время не характеризует полную занятость диспетчера, обслуживающего линию. Кроме затраты времени на принятие вызова, диспетчер затрачивает время на обработку заявки, выработку управленческого решения, выдачу приказа пожарным частям и на его исполнение ( $T_{\text{обс } 2}$ ). Таким образом, пропускная способность подсистемы приёма вызовов будет зависеть от числа спецлиний «01» и диспетчеров.

Математически пропускная способность подсистемы приёма вызовов определяется средним числом вызовов, обслуживаемых подсистемой в единицу времени (абсолютная пропускная способность):

$$A = \lambda \cdot g, \quad (2.2)$$

где  $\lambda$  – интенсивность потока вызовов, поступающих в подсистему;

$g$  – относительная пропускная способность подсистемы.

Относительная пропускная способность подсистемы определяется выражением:

$$g = 1 - P, \quad (2.3)$$

где  $P$  – вероятность потери вызова.

Из формул (2.2) и (2.3) следует, что для повышения абсолютной пропускной способности подсистемы приёма вызовов, поступающих с определённой интенсивностью, необходимо уменьшить вероятность потери вызова.

Так как диспетчер подсистемы взаимодействует с абонентами, то с точки зрения системного подхода при оптимизации подсистемы необходимо учитывать человеческий фактор. Человеческий фактор будет, в основном, определяться степенью загрузки диспетчера, которую можно оценить с помощью коэффициента загрузки  $k_d$ , представляющего собой отношение времени, в течение которого диспетчер занят обслуживанием вызова, к общему времени его работы. Допустимой нормой, при которой напряжённость деятельности оператора (диспетчера) не сказывается на его работоспособности, является значение  $0,3 < k_d < 0,75$ .

Человеческий фактор таяке связан с поведением абонента, которое зависит от качества обслуживания вызовов. Ухудшение качества обслуживания вызовов (увеличение потерь вызовов или времени ожидания) может привести к появлению повторных вызовов.

Повторные вызовы нежелательны, так как в отдельных случаях (задымлённость помещения, открытые очаги пожаров и так далее) абонент может не иметь возможности повторить свой вызов. В реальных системах обслуживания поток повторных вызовов практически не наблюдается при качестве обслуживания вызовов с вероятностью потери вызова  $P < 0,03$ . нормированное значение вероятности потери вызова в службе «01»  $P_n = 0,001$ . Среднее время ожидания обслуживания вызовов, поступающих в подсистему находится в пределах 2–10 с (без учёта задержки вызова в комплектах), но может достигать 15–30 с при перегрузке диспетчеров. В качестве нормы среднего времени ожидания обслуживания вызова, в зависимости от поведения абонента, принято  $t < 10$  с.

Практически задача формулируется следующим образом: при заданных значениях  $\lambda$ ,  $P_1$   $k_d$ ,  $T_{обс.1}$ ,  $T_{обс.2}$  определить необходимое число линий «01» и диспетчеров, обслуживающих вызовы.

Решение этой задачи сводится к алгоритму, который приводится в п. 2.2.

## 2.2. Алгоритм расчёта характеристик системы оперативной связи

Для своего варианта (табл. 2.1):

- зарисовать схему (рис.2,1);
- выполнить пункты 1-12;
- рассчитать устойчивость системы оперативной связи;
- провести расчёт оптимизации сети спецсвязи по линиям «01»;
- провести расчёт пропускной способности сети спецсвязи по линиям «01»;
- сделать выводы.

Решение задачи:

### 1. Интенсивность предварительного обслуживания

$$\mu = 1 / T_{обс.1},$$

где  $T_{обс.1}$  - время, через которое вызывающий абонент освободит линию (предварительное обслуживание), с;

### 2. Вероятность того, что обслуживанием занято $k$ линий

$$P_k = [ (\lambda / \mu)^k \cdot (1 / k!) ] / \sum_{k=0}^{\infty} [ (\frac{1}{k!}) \cdot (\frac{\lambda}{\mu})^k ]$$

где  $\lambda$  - интенсивность потока вызовов, поступающих в подсистему,  $c^{-1}$ ;

3. Вероятность того, что все линии свободны

$$1 / \sum_{k=0}^n 1 / \left[ k! \cdot \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^k \right]$$

4. Вероятность того, что все  $n$  линий будут заняты (вероятность потери вызова)

$$P_{отк} = P_n = (\alpha^n / n!) \cdot P_0,$$

где  $\alpha = \lambda / \mu$

5. Вероятность того, что вызов будет принят на обслуживание (выражение характеризует пропускную способность подсистемы)

$$P_{обс} = 1 - P_{отк}$$

6. Абсолютная пропускная способность подсистемы

$$A = \lambda \cdot P_{обс}$$

7. Среднее число занятых линий

$$N_3 = A / \mu.$$

8. Коэффициент занятости линий

$$k_3 = N_3 / n.$$

9. Среднее число свободных линий

$$N_0 = \sum_{k=0}^{n-1} (n - k) \cdot P_k$$

10. Коэффициент простоя линий

$$k_n = N_0 / n.$$

11. Необходимое число линий с учётом аппаратной надёжности

В случае если не выполняется неравенство  $P_{отк} < P_1$  ( $P_1$  - заданное значение вероятности потери вызова), необходимо увеличивать число линий от 1 до  $n_1$

$$n_\phi = n_1 / k_\Gamma$$

где  $k_\Gamma$  - коэффициент готовности аппаратуры.

## 12. Определение необходимого числа диспетчеров

$$n_D = \gamma_D / \gamma_{1D}$$

где  $\gamma_{1D}$  - нормированное значение нагрузки на одного диспетчера;  $\gamma_D$  - полная нагрузка ( $\gamma_D = \gamma_M \cdot T_{обс\ 2}$ ,  $\gamma_M$  - максимальное число вызовов, поступающих в подсистему в течение рабочей смены;  $T_{обс\ 2}$  - время на обработку вызова, выработку управленческого решения и выдачу приказов).

### 2.3. Расчет характеристик устойчивости системы оперативной связи

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

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

где  $P_i = e^{-\lambda_{пi}t}$  - вероятность безотказной работы  $i$ -го канала связи;  $\lambda_{пi}$  - интенсивность повреждения канала связи;  $t$  - время работы канала связи.

Устойчивость системы оперативной связи, состоящей из двух каналов связи (основного и резервного), оценивается следующей вероятностью безотказной работы при заданных значениях  $P_1$  и  $P_2$  (табл. 2.2):

$$P_2(t) = 1 - [(1 - P_1) (1 - P_2)] = 1 - [(1 - 0,92) (1 - 0,91)] = 0,9928.$$

Таким образом, в результате резервирования основного канала связи устойчивость системы оперативной связи в целом повышается на величину  $P_2(t) - P_1 = 0,9928 - 0,92 = 0,0728$ .

Таблица 2.1

## Исходные данные к практическому заданию № 2

№ п/п	$T_{\text{обс1}}, \text{с}$	$\lambda_{\text{с}^{-1}}$	$k$	$n$	$P_1$	$k_r$	$\lambda_{1Д}$	$\gamma_{\text{с}^{-1}}^M$	$T_{\text{обс2}}, \text{с}$
1	2	0,002	3	5	0,01	0,98	0,3	0,096	5
2	1,5	0,001	3	5	0,009	0,98	0,4	0,048	5
3	15	0,01	4	6	0,008	0,97	0,7	0,48	10
4	20	0,03	5	6	0,007	0,96	0,75	0,174	25
5	18	0,02	7	8	0,006	0,97	0,6	0,096	15
6	9	0,005	2	3	0,005	0,981	0,35	0,024	6
7	5	0,004	2	3	0,004	0,973	0,4	0,192	5,45
8	4	0,006	3	4	0,003	0,93	0,45	0,288	7
9	3	0,007	3	4	0,002	0,983	0,55	0,146	8,1
10	2,5	0,012	1	2	0,001	0,974	0,31	0,576	5,1
11	3,4	0,0021	1	3	0,009	0,968	0,33	0,008	11
12	4,15	0,0011	1	3	0,008	0,99	0,37	0,528	9
13	5,12	0,0018	2	5	0,001	0,95	0,41	0,064	9,11
14	3,8	0,0015	2	5	0,001	0,944	0,42	0,072	7,1
15	4,15	0,0013	3	5	0,007	0,98	0,44	0,024	4,21
16	5,01	0,0031	1	4	0,001	0,988	0,51	0,088	6,3
17	5,17	0,0005	4	5	0,008	0,971	0,52	0,024	7,2
18	3,57	0,0022	1	2	0,007	0,987	0,55	0,056	6
19	5,16	0,0016	1	2	0,01	0,91	0,56	0,068	4,9
20	4,91	0,0017	2	3	0,002	0,93	0,65	0,016	4,09
21	6,1	0,0007	2	3	0,001	0,931	0,66	0,036	10
22	2,18	0,0003	3	4	0,005	0,987	0,31	0,144	8
23	4,1	0,006	3	4	0,003	0,93	0,35	0,288	5,5
24	3,26	0,007	3	4	0,002	0,983	0,56	0,146	7,15



Таблица 2.2

## Вероятность безотказной работы каналов связи

№ п/п	$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$
1	0,920	0,930	0,930	0,935	0,954
2	0,921	0,931	0,931	0,936	0,946
3	0,922	0,932	0,932	0,937	0,945
4	0,923	0,933	0,933	0,938	0,947
5	0,924	0,934	0,934	0,939	0,948
6	0,925	0,935	0,935	0,940	0,949
7	0,926	0,936	0,936	0,941	0,950
8	0,927	0,937	0,937	0,942	0,920
9	0,928	0,938	0,938	0,943	0,921
10	0,930	0,939	0,939	0,954	0,922
И	0,931	0,940	0,940	0,946	0,923
12	0,932	0,940	0,940	0,945	0,924
13	0,933	0,941	0,941	0,947	0,925
14	0,934	0,942	0,942	0,948	0,926
15	0,935	0,943	0,943	0,949	0,927
16	0,936	0,954	0,954	0,950	0,938
17	0,937	0,946	0,946	0,920	0,939
18	0,938	0,945	0,945	0,921	0,940
19	0,939	0,947	0,947	0,922	0,940
20	0,940	0,948	0,948	0,923	0,941
21	0,941	0,949	0,949	0,924	0,942
22	0,942	0,950	0,950	0,925	0,943
23	0,943	0,920	0,920	0,926	0,954
24	0,954	0,921	0,921	0,927	0,946

Необходимо отметить, что связь ЦППС 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.

### 2.3. Оформление контрольных работ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)**

Направление ОПОП: 20.03.01 Техносферная безопасность

### **КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**

по дисциплине «Системы связи и оповещения»

Вариант № \_\_\_\_

Студент группа З-17Г00

\_\_\_\_\_

(подпись)

А.В.Иванов  
(И.О. Фамилия)

Руководитель:  
ст. преподаватель

\_\_\_\_\_

Дата

\_\_\_\_\_

(подпись)

П.В. Родионов  
(И.О. Фамилия)

ЮРГА – 20\_\_

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	2
Практическое задание.....	5
Заключение.....	25
Список литературы.....	26

## **Заключение**

Аварийно-спасательные работы – это работа в условиях повышенной опасности. К работникам, допущенным к выполнению аварийно-спасательных работ, предъявляются дополнительные требования по охране труда, включающие в себя специальные требования по обучению, аттестации, допуску к самостоятельной работе, инструктажу по охране труда и периодической проверке знаний по профессии и безопасности труда.

Работа спасателей при ликвидации последствий ЧС отличается повышенной опасностью. Для сохранения здоровья, а порой и жизни, спасатели должны:

- знать и соблюдать требования нормативно-технических документов охране труда;
- обеспечиваться средствами защиты и уметь ими пользоваться;
- уметь оценивать ситуацию и осознавать степень риска;
- уметь вести себя в критической, травмоопасной ситуации.

Аварийно-спасательные работы должны выполняться в соответствии с планом ликвидации аварий, технологической документацией и правилами технической эксплуатации применяемого оборудования, машин и механизмов с соблюдением требований, обеспечивающих защиту работника от воздействия опасных производственных факторов.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Нормативно - правовые акты

1. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.94 г. № 68-ФЗ.
2. Федеральный закон «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» от 22.08.95 г. № 151-ФЗ.
3. Федеральный закон «О гражданской обороне» от 12.02.98 г. № 28-ФЗ.
4. Постановление Правительства РФ «Положение о Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» от 6.05.94 г. № 457.
5. Постановление Правительства РФ «О силах и средствах единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» от 3.08.96 г. № 924 (в редакции от 5.04.1999).

### Основная литература

1. Пальчиков, А. Н. Гражданская оборона и Чрезвычайные ситуации: учебное пособие, предназначено для бакалавров и магистров направления 151000 - Технологические машины и оборудование / А. Н. Пальчиков. – Саратов: Вузовское образование, 2014. – 176 с. – ISBN 2227-8397. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/19281.html>
2. Широков, Ю.А. Защита в чрезвычайных ситуациях и гражданская оборона: учебное пособие / Ю.А. Широков. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 488 с. – ISBN 978-5-8114-3516-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/118631>
3. Справочник спасателя / ВНИИ ГО ЧС. – М., 2006 г.
4. Ветошкин, А.Г. Нормативное и техническое обеспечение безопасности жизнедеятельности: учебное пособие: в 2 частях / А.Г. Ветошкин. – Вологда: Инфра-Инженерия, [б. г.]. – Часть 2: Инженерно-техническое обеспечение безопасности жизнедеятельности – 2018. – 652 с. – ISBN 978-5-9729-0163-0. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/108684>.
5. Кочетков, М. В. Системы охраны: учебное пособие / М. В. Кочетков. – Саратов: Вузовское образование, 2015. – 99 с. – ISBN 2227-8397. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/29284.html>
6. Менумеров, Р.М. Электробезопасность: учебное пособие / Р.М. Менумеров. – 3-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 196 с. – ISBN 978-5-8114-2943-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/104863>
7. Безопасность технологических процессов и оборудования: учебное пособие / Э.М. Люманов, Г.Ш. Ниметулаева, М.Ф. Добролюбова, М.С. Джиляджи. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 224 с. – ISBN 978-5-8114-2859-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/111400>
8. Учебник спасателя / С. К. Шойгу, М. И. Фалеев, Г. Н. Кириллов и др.; под общ. ред. Ю. Л. Воробьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар: «Сов. Кубань», 2002. – 528 с.
9. Петров, Сергей Викторович. Опасные ситуации техногенного характера и защита от них: учебное пособие / С. В. Петров, В. А. Макашев. – М.: ЭНАС, 2008. – 224 с.

10. Родионов, П.В. Организация и ведение аварийно-спасательных, поисковых и других неотложных работ силами и средствами РСЧС: Учебное пособие / П.В. Родионов, В.А. Журавлев. – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – 211 с.

11. Защита от чрезвычайных ситуаций (Темы1-7): Сборник метод. разработок. – М.: ООО «ИЦ-Редакция «Военные знания», 2002. – 160с.

12. Крючек Н.А. и др. Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях: Учебник для населения. Под общей редакцией Кирилова Г.Н. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2001 – 264 стр.

#### **Дополнительная литература**

1. Фарберов, В.Я. Первоначальная подготовка пожарных-спасателей [Текст]: Учебное пособие / В.Я. Фарберов, Л.В. Миськевич, П.В. Родионов. – 2-е изд., исправ. и доп. – Юрга: Типография ООО «Медиафера», 2015. – 386 с.

2. Родионов, П.В. Тактика сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и гражданской обороны: Учеб.пособие / П.В. Родионов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – 298 с.

3. Под общей редакцией Шойгу С.К. Основы организации и ведения Гражданской обороны в современных условиях /Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. – Москва: Изд-во Деловой экспресс

4. Кривошеин, Д.А. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / Д.А. Кривошеин, В.П. Дмитренко, Н.В. Горькова. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 340 с. – ISBN 978-5-8114-3376-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/115489>

5. Широков, Ю.А. Надзор и контроль в сфере безопасности: учебник / Ю.А. Широков. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 412 с. – ISBN 978-5-8114-3849-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/123675>

6. Рекомендации по созданию локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов. – М.: МЧС России, 2008 .

7.

Учебное издание

## **СИСТЕМЫ СВЯЗИ И ОПОВЕЩЕНИЯ**

Методические указания к выполнению контрольных работ по курсу «Системы связи и оповещения» для студентов заочной формы обучения, обучающихся по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность» профиль подготовки «Защита в чрезвычайных ситуациях»

*Составитель*  
РОДИОНОВ Павел Вадимович

**Отпечатано в Издательстве ЮТИ ТПУ в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати \_\_\_\_\_.202\_ г. Формат 60x84/16 Бумага «Снегурочка».  
Печать CANON. Усл. печ.л. 1,04. Уч-изд. л. 0,47.  
Заказ \_\_\_\_\_. Тираж 30 экз.



**Издательство**

Юргинский технологический институт (филиал)  
Томского политехнического университета