МЧС РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«УРАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ,
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ
ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И СВЯЗЬ

Методические рекомендации по подготовке к зачету

Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность

Екатеринбург 2021

Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: методические рекомендации по подготовке к зачету. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность авт.-сост. В. В. Луговкин. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 27 с.

Авторы-составители:
Луговкин В.В., доцент кафедры автоматизированных систем противопожарной защиты Уральского института ГПС МЧС России.

Рецензент:
Кобелев А. М., начальник научно-исследовательского отделения УНК пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ.

Методические рекомендации предназначены для подготовки к зачету по дисциплине «Автоматизированные системы управления и связь» для обучающихся в Уральском институте ГПС МЧС России по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность и включают в себя общие положения по освоению дисциплины и проведению зачета, перечень основных вопросов для подготовки с ссылками на рекомендуемую литературу по каждому вопросу, а также примеры практических задач и их решения.

Рассмотрено на заседании кафедры АСППЗ
«11» ноября 2021 г., протокол № 4

© Уральский институт ГПС
МЧС России, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ 4
1.1. Рекомендации по подготовке к зачету 4
1.2. Порядок проведения зачета 4
1.3. Критерии оценки 5
2. ПОДГОТОВКА К ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЗАЧЕТА 6
3. ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЗАЧЕТА 13
3.1. Перечень практических заданий и рекомендуемой литературы для подготовки 13
3.2. Примеры практических заданий и порядок их решения 13
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, РЕКОМЕНДОВАННОЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ 26

1. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1.1. Рекомендации по подготовке к зачету

В настоящее время автоматизированные системы управления занимают одно из ведущих мест в повседневной административной деятельности подразделений МЧС России, а также в оперативном управлении силами и средствами. На современном этапе трудно представить МЧС России без автоматизированной информационно-управляющей системы реагирования на чрезвычайные ситуации и пожары.

Дисциплина «Автоматизированные системы управления и связь» изучает устройство, тактико-технические характеристики и принцип действия проводных средств связи, радиостанций пожарной охраны, принципы организации радиосетей и системы оперативной связи в пожарной охране, правила ведения радиообмена. Изучение данной дисциплины позволяет сформировать у будущих специалистов необходимые теоретические знания и практические умения для эффективного использования коммуникационных и информационных технологий в повседневной и оперативной деятельности.

В качестве формы итогового контроля освоения разделов дисциплины предусмотрен зачет, который при очной форме обучения проводится в конце 6-го семестра.

Обучающиеся допускаются к зачету только при условии выполнения контрольных мероприятий (т. е. после выполнения всех практических и лабораторных работ). В случае если контрольные мероприятия не выполнены, обучающиеся не допускаются к зачету.

Зачет проводится в устной форме. В каждом билете три вопроса: два теоретических и один практический. Вопросы для подготовки к зачету приводятся в настоящих методических рекомендациях.

Для качественной подготовки к зачету обучающиеся должны повторить весь пройденный за время изучения дисциплины материал. Для этого рекомендуется использовать конспект лекций и учебную литературу, указанную в следующем разделе настоящих методических рекомендаций. Для подготовки к практической части зачета рекомендуется использовать выполненные практические и лабораторные работы. Большое внимание необходимо уделять самостоятельной подготовке во время изучения дисциплины.

1.2. Порядок проведения зачета

Зачет проводится в течение 4 учебных часов (2 пары).

На подготовку к ответу по вопросам билета обучающемуся дается 30 минут с момента получения им билета. В качестве вспомогательных материалов при подготовке ответа на зачете допускается использование

нормативной и справочной литературы. В процессе зачета обучающийся отвечает на вопросы преподавателя и приводит решение задачи, представленной в билете. По окончании ответа преподаватель может задать отвечающему дополнительные и уточняющие вопросы. Результаты зачета объявляются обучающемуся после окончания ответа в день сдачи.

1.3. Критерии оценки

Критерии оценки основываются:

1) на уровне освоения материала;
2) на умении использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
3) на обоснованности, четкости, краткости изложения ответа.

Результаты зачета определяются оценками **«зачет», «незачет».**

«Зачет» – если обучающийся достаточно хорошо усвоил программный материал, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, увязывает с задачами и профессиональной деятельностью, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская существенных ошибок.

«Незачет» – если обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания, задачи.

2. ПОДГОТОВКА К ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЗАЧЕТА

Перечень основных теоретических вопросов и рекомендуемой литературы для подготовки

Тема 1. Основы проводной связи

1. Простейшая схема организации телефонной связи.
   - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 4.1. – С 58.
2. Классификация и устройство телефонных аппаратов.
   - ГОСТ 7153-85 Аппараты телефонные общего применения. Общие технические условия.
3. Классификация проводных линий связи и их основные характеристики.
   - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 3.3. – С 64.
4. Классификация и устройство автоматических телефонных станций.
   - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 4.4. – С 67.
5. Принципы построения городской телефонной сети.
   - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 4.5. – С 68.
   - Гольдштейн, Б. С. Сети связи [Текст]: учебник для ВУЗов / Б. С. Гольдштейн, Н. А. Соколов, Г. Г. Яновский. – СПб. : БХВ, 2010. – Раздел 2.1.-2.3 – С. 38.
6. Организация сети телефонной связи по линиям специальных служб.
   - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 4.6. – С 70.
7. Принципы организации междугородной и международной телефонной сети

- Гольдштейн, Б. С. Сети связи [Текст]: учебник для ВУЗов / Б. С. Гольдштейн, Н. А. Соколов, Г. Г. Яновский. – СПб. : БХВ, 2010. – Раздел 2.4. – С. 48.

8. Система нумерации в телефонной сети.

- Гольдштейн, Б. С. Сети связи [Текст]: учебник для ВУЗов / Б. С. Гольдштейн, Н. А. Соколов, Г. Г. Яновский. – СПб. : БХВ, 2010. – Раздел 5.1.-5.4. – С. 81.

Тема 2. Основы радиосвязи

9. Устройство и принцип работы радиостанции.

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 6.1 - С 169.

10. Излучение и распространение радиоволн.

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 5.1 - 5.4. – С 71.

11. Антенны и антенно-фидерные устройства, применяемые в радиостанциях пожарной охраны.

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 5.6. – С 88.

12. Организация радиосвязи гарнизона пожарной охраны.

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 8.3. – С 129.

13. Радиостанции, применяемые в пожарной охране, их тактико-технические характеристики.

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 8.3. – С. 222.
- Приказ МЧС РФ от 25 июля 2006 г. №425 «Об утверждении норм табельной положенности пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного оборудования для основных и специальных пожарных автомобилей, изготавливаемых с 2006 года».

14. Принципы организации транкинговой системы связи.

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 6.7. – С 119.

15. Принципы организации сотовой системы связи.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 6.4. – С 110.
16. Принципы организации спутниковой системы связи.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 6.3. – С 102.

Тема 3. Современные информационные технологии передачи информации

17. Технические средства построения вычислительных сетей.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 10.1. – С 152.
    - Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст]: учебник для ВУЗов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер 4-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – С. 25-37.
18. Классификация компьютерных сетей.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 10.2. – С 156.
    - Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст]: учебник для ВУЗов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер 4-е изд. – СПб. : Питер, 2012. – С. 139-145.
19. Базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 10.3. – С 158.
    - Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст]: учебник для ВУЗов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер 4-е изд. – СПб. : Питер, 2012. – С. 113-123.
20. Протоколы базовой эталонной модели взаимодействия открытых систем.

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 10.4. – С 159.
- Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст]: учебник для ВУЗов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер 4-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – С. 126-136.

21. Теорема Найквиста-Котельникова.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 1.6. – С 26.
    - Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст]: учебник для ВУЗов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер 4-е изд. – СПб. : Питер, 2012. – С. 262.
22. Адресация в IP-сетях.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 10.4. – С 159.
    - Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст]: учебник для ВУЗов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер 4-е изд. – СПб. : Питер, 2012. – С. 482-500.
23. Общая схема, назначение составных элементов и принцип работы IP-телефонии.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 10.5. – С 163.
24. Организация видеоконференцсвязи.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 10.6. – С 163.
    - Методические рекомендации по планированию, организации и обеспечению связи в МЧС России – Москва: Управление информационных технологий и связи, 2013. – С. 15.

Тема 4. Организация службы связи Государственной противопожарной службы МЧС России

25. Назначение и задачи службы связи ГПС МЧС России.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 8.1. – С 218.
26. Виды связи по функциональному назначению.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 8.4. – С 224.
27. Организация связи в пожарно-спасательных гарнизонах.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Глава 9. – С 234.
29. Организация работы центрального пункта пожарной связи, пункта связи части, подвижного узла связи.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 8.5. – С 231.
30. Дисциплина и правила ведения связи.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 9.3. – С 259.
    - Приказ МЧС России от 26 декабря 2018 г. № 633 «Об утверждении и введении в действие Руководства по радиосвязи Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». Раздел III, Главы 1, 2.
31. Техническое обслуживание средств информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 14.2. – С 330.

Тема 5. Автоматизированные системы управления в МЧС России

32. Общие понятия об автоматизированных системах, их основные компоненты.

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 11.1. – С. 290.

33. Классификация автоматизированных систем управления.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 11.2. – С. 295.
34. Назначение и задачи автоматизированной системы оперативного управления пожарно-спасательными формированиями (АСОУПСФ).
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 11.4. – С. 299.
35. Назначение и функции автоматизированной информационно-управляющей системы РС ЧС (АИУС РС ЧС).
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 11.6. – С. 303.
36. Структура и подсистемы АИУС РСЧС.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 11.7. – С. 304.
37. Система информирования и оповещения населения (ОКСИОН).
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 11.7. – С. 304.
    - Концепция создания комплексной системы информирования и оповещения населения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций. Протокол заседания Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности от 18 июня 2013 г. № 4.
38. Организация системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб через единый номер «112».
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. –

Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 13.1. – С. 313.

- Положение о системе обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» (Утверждено постановлением Правительства РФ от 21 ноября 2011 г. № 958).

39. Роль и место аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» (АПК «Безопасный город») в АИУС РСЧС.
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 13.2. – С. 319.
40. Основные функциональные подсистемы АПК «Безопасный город».
    - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Раздел 13.3. – С 320.
    - 12. План мероприятий по реализации Концепции построения и развития аппаратно-программного комплекса технических средств "Безопасный город" на период 2016 - 2020 г. [Электронный ресурс]

3. ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЗАЧЕТА

3.1. Перечень практических заданий и рекомендуемой литературы для подготовки

1. **Тема 1.** «Организация проводной связи пожарно-спасательного гарнизона».
   - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: Практикум. / А.М. Кобелев и др. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2020, 73 с.
   - – Раздел 2. – С. 21-28.
2. **Тема 2.** «Расчет основных параметров радиостанций».
   - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: Практикум. / А.М. Кобелев и др. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2020, 73 с.
   - – Раздел 1. – С. 6-20.
3. **Тема 2.** Определение дальности действия радиосвязи между удаленным ЦУКС и пожарным автомобилем.
   - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: Практикум. / А.М. Кобелев и др. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2020, 73 с.– Раздел 2. – С. 6-20.
4. **Тема 2.** Определение допустимости работы радиостанций в пожарной охране.
   - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: Практикум. / А.М. Кобелев и др. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2020, 73 с – Раздел 1. – С. 6-20.
5. **Тема 2.** Определение дальности действия радиосвязи между ПСЧ и ЦУКС, а также ПСЧ и носимой радиостанцией.
   - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: Практикум. / А.М. Кобелев и др. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2020, 73 с – **Раздел 1. – С. 6-20. Тема 3.** Определение высот подъема антенн ПСЧ и ЦУКС.
   - Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: Практикум. / А.М. Кобелев и др. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2020, 73 с. – **Раздел 1. – С. 6-20.** Примеры практических заданий и порядок их решения

Пример № 1. Определить количество линий специальной связи и численность диспетчерского состава, при заданных величинах интенсивности входного потока вызовов λ = 0,65 выз/мин; времени обслуживания одного вызова $T_{П}$=1,0 мин; коэффициенте занятости диспетчера $K_{доп}$=0,4; времени занятости диспетчера обработкой принятого вызова (запись поступившего вызова в журнал регистрации и т. п.) $T_{обс1}$=1,5 мин; вероятности потери вызова $P_{п}$=0,001.

Решение.

Общий алгоритм оптимизации сети специальной связи рассмотрим на конкретном примере инженерного расчета, в результате которого определяется минимально необходимое количество линий специальной связи и численномть диспетчерского состава.

1) Расчет необходимого количества линий специальной связи

Нагрузка, создаваемая в сети специальной связи, например, при заданных величинах интенсивности входного потока вызовов λ = 0,65 выз/мин и времени обслуживания одного вызова $T_п$=1,0 мин, может быть представлена как $y = \lambda \cdot T_п$ = 0,65· 1 = 0,65 минут занятий (количество обслуживаемых вызовов за 1 минуту – мин-зан).

В общем виде вероятность того, что все линии специальной связи свободны, определяется по формуле 3.1:

$$P_{0n} = \frac{1}{\sum_{k=0}^{n} \frac{y^k}{k!}}, \qquad (3.1)$$

где k – последовательность целых чисел, k = 0,1,2, ..., n.

Для случая, когда n = 1, вероятность того, что линия связи будет свободна,

$$P_{01} = \frac{1}{\sum_{k=0}^{n} \frac{y^k}{k!}} = \frac{1}{1 + \frac{y^1}{1!}} = \frac{1}{1 + \frac{0{,}65^1}{1!}} = 0{,}606.$$

В общем виде вероятность того, что все *n* линий связи будут заняты (т. е. вероятность отказа в обслуживании), определяется по формуле 3.2

$$P_{\text{отк}\, n} = \frac{y^n}{n!} \cdot P_{0n}. \qquad (3.2)$$

Для случая, когда n = 1, вероятность отказа в обслуживании равна:

$$P_{\text{отк}\, 1} = \frac{y^n}{n!} \cdot P_{0n} = \frac{0{,}65^1}{1} \cdot 0{,}606 = 0{,}393.$$

Сравнивая полученное значение $P_{\text{опк}\ 1}$ и заданное значение вероятности потери вызова $P_п$ =0,001, приходим к выводу, что условие $P_{\text{опк}1} \leq P_п$ не соблюдается. Поэтому увеличиваем число линий связи до n = 2. Вероятность того, что две линии связи будут свободны:

$$P_{02} = \frac{1}{1 + \frac{y^1}{1!} + \frac{y^2}{2!}} = \frac{1}{1 + \frac{0{,}65^1}{1} + \frac{0{,}65^2}{2}} = 0{,}537.$$

Вероятность отказа при этом определяется по формуле

$$P_{\text{отк }2} = \frac{y^2}{2!} \cdot P_{02} = \frac{0{,}65^2}{2} \cdot 0{,}537 = 0{,}113.$$

Сравнивая полученное значение $P_{\text{опк }2}$ и заданное значение вероятности потери вызова $P_{\text{п}}$ =0,001, приходим к выводу, что условие $P_{\text{опк2}} \leq P_{\text{п}}$ не соблюдается. Поэтому увеличиваем число линий связи до n = 3. Вероятность того, что три линии связи будут свободны:

$$P_{03} = \frac{1}{1 + \frac{y^1}{1!} + \frac{y^2}{2!} + \frac{y^3}{3!}} = \frac{1}{1 + \frac{0{,}65^1}{1} + \frac{0{,}65^2}{2} + \frac{0{,}65^3}{6}} = 0{,}524.$$

Вероятность отказа при этом определяется по формуле

$$P_{\text{отк }3} = \frac{y^3}{3!} \cdot P_{03} = \frac{0{,}65^3}{6} \cdot 0{,}524 = 0{,}024.$$

Сравнивая полученное значение $P_{\text{опк }3}$ и заданное значение вероятности потери вызова $P_{\text{п}}$ =0,001, приходим к выводу, что условие $P_{\text{опк3}} \leq P_{\text{п}}$ не соблюдается. Поэтому увеличиваем число линий связи до n = 4. Вероятность того, что четыре линии связи будут свободны, определяется по формуле

$$P_{04} = \frac{1}{1 + \frac{y^1}{1!} + \frac{y^2}{2!} + \frac{y^3}{3!} + \frac{y^4}{4!}} = \frac{1}{1 + \frac{0{,}65^1}{1} + \frac{0{,}65^2}{2} + \frac{0{,}65^3}{6} + \frac{0{,}65^4}{24}} = 0{,}522.$$

Вероятность отказа при этом определяется по формуле

$$P_{\text{отк }4} = \frac{y^4}{4!} \cdot P_{04} = \frac{0{,}65^4}{24} \cdot 0{,}522 = 0{,}003.$$

Сравнивая полученное значение $P_{\text{опк }4}$ и заданное значение вероятности потери вызова $P_{\text{п}}$ =0,001, приходим к выводу, что условие $P_{\text{опк4}} \leq P_{\text{п}}$ не соблюдается. Поэтому увеличиваем число линий связи до n = 5. Вероятность того, что пять линий связи будут свободны, определяется по формуле

$$P_{05} = \frac{1}{1 + \frac{y^1}{1!} + \frac{y^2}{2!} + \frac{y^3}{3!} + \frac{y^4}{4!} + \frac{y^5}{5!}} = \frac{1}{1 + \frac{0{,}65^1}{1} + \frac{0{,}65^2}{2} + \frac{0{,}65^3}{6} + \frac{0{,}65^4}{24} + \frac{0{,}65^5}{120}} = 0{,}522.$$

Вероятность отказа при этом определяется по формуле

$$P_{\text{отк } 5} = \frac{y^5}{5!} \cdot P_{04} = \frac{0{,}65^5}{120} \cdot 0{,}522 = 0{,}0005.$$

Сравнивая полученное значение $P_{\text{опк } 5}$ и заданное значение вероятности потери вызова $P_п$ =0,001, приходим к выводу, что условие $P_{опк5} \leq P_п$ соблюдается, т. е. $P_{опк5}$ = 0,000 5 <$P_п$ = 0,001. Таким образом, принимаем число линий специальной связи «01» n = 5.

Вероятность того, что вызов будет принят на обслуживание (относительная пропускная способность сети специальной связи по линиям «01»), определяется по формуле 3.3

$$P_{\text{обс}} = 1 - P_{\text{отк } n}; \tag{3.3}$$

$$P_{\text{обс}} = 1 - 0{,}0005 = 0{,}999.$$

Таким образом, в установившемся режиме в системе информационного обеспечения диспетчерского состава (сети специальной связи) будет обслужено 99,9 % поступивших вызовов.

Абсолютная пропускная способность сообщений в минуту (сообщ/мин), системы информационного обеспечения диспетчерского состава определяется по формуле 3.4

$$\text{A} = \lambda \cdot P_{\text{обс}}; \tag{3.4}$$

$$\text{A} = 0{,}65 \cdot 0{,}999 = 0{,}649 \text{ сообщ./мин.},$$

т. е. система (диспетчер) способна обслужить в среднем 0,649 сообщений в минуту.

2) Расчет численности диспетчеров

Время занятости диспетчера обслуживанием одного вызова определяется по формуле 3.5

$$\text{T}_{\text{обс } 2} = \frac{\text{T}_п - \text{T}_{\text{обс } 1}}{60}; \tag{3.5}$$

$$\text{T}_{\text{обс } 2} = \frac{1 + 1{,}5}{60} = 0{,}041 \text{ ч.},$$

где $T_п$=1 мин – заданная величина времени одного «чистого» переговора диспетчера с вызывающим абонентом; $T_{обс1}$ =1,5 мин – время занятости диспетчера обработкой принятого вызова (запись поступившего вызова в журнал регистрации и т.п.).

По заданной интенсивности входного потока вызовов λ = 0,65 выз/мин, поступающих в систему информационного обеспечения диспетчерского состава, и времени обслуживания одного вызова диспетчером $T_{обс2}$ = 0,041 ч определим по формуле 3.6 полную нагрузку,

часо-занятий (количество обслуживаемых вызовов за 1 час – ч-зан), на всех диспетчеров за смену, т. е. за 24 ч:

$$y_{\text{д}} = 24 \cdot 60 \cdot \lambda \cdot \text{Т}_{\text{обс2}}; \quad (3.6)$$

$$y_{\text{д}} = 24 \cdot 60 \cdot 0{,}65 \cdot 0{,}041 = 39 \text{ ч} - \text{зан.},$$

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

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

$$y_{1\text{доп}} = \text{К}_{\text{доп}} \cdot y_{1max}; \quad (3.7)$$

$$y_{1\text{доп}} = 0{,}4 \cdot 24 = 9{,}6 \text{ ч} - \text{зан.},$$

где $\text{К}_{\text{ДОП}}$ – коэффициент занятости диспетчера; $\text{У}_{1\text{max}}$=24 ч – максимальная нагрузка на одного диспетчера за смену.

Определим необходимое число диспетчеров:

$$y_{1\text{доп}} = \frac{y_{\text{д}}}{y_{1\text{доп}}}; \quad (3.8)$$

$$y_{1\text{доп}} = \frac{39}{9{,}6} = 4{,}062.$$

Округляя результат, получаем число диспетчеров – 5 человек.

Ответ. Таким образом, по результатам оптимизации системы информационного обеспечения диспетчерского состава (сети специальной связи») определено, что необходимо иметь 5 линий связи и 5 диспетчеров.

Пример № 2. Рассчитать дальность действия радиосвязи между ЦУКС и удаленным пунктом связи ПЧ. Высота подъема антенны ЦУКС равна 25 метрам, высота подъема антенны ПСЧ – 4 метра. Параметр рельефа местности Δh = 170 метров. Радиостанции работают на частоте 170 МГц. В ЦУКС установлена стационарная радиостанция с выходной мощностью передатчика $P_{пер}$ =40 Вт. В антенно-фидерных трактах радиостанций используется коаксиальный кабель РК 75-2-21. Минимальное значение напряженности поля полезного сигнала $E_{мин}$ составляет 20 дБ. Длина фидерного тракта передатчика l_1=3 метров и приемника l_2=9 метров. Условие прямой видимости между передающей и приемной антеннами не выполняется. Коэффициенты усиления антенн передатчика и приемника соответственно G_1=G_2=1,5 дБ. поправка $B_и$ составляет (-6) дБ.

Решение.

Определение дальности радиосвязи необходимо проводить исходя из минимального значения напряженности поля с учетом влияния рельефа местности, выходной мощности передатчика, затухания антенно-фидерных трактов передатчика $\beta_1 l_1$ и приемника $\beta_2 l_2$, коэффициентов усиления передающей G_1 и приемной G_2 антенн и условием видимости между передающей и приемной антеннами.

Так как условие прямой видимости между передающей и приемной антеннами не выполняется, напряженность поля полезного сигнала определяется по формуле 1.9.

$$E_п = E_{мин} + B_{осл} - B_м + \beta_1 l_1 - G_1 + \beta_2 l_2 - G_2 - B_и, \qquad (3.9)$$

где $E_{мин}$=20 дБ – минимальное значение напряженности поля полезного сигнала на входе приемника радиостанции, при котором обеспечивается высокое качество радиосвязи;

$B_{осл}$ = 8 дБ – дополнительный коэффициент ослабления сигнала, значения которого для полосы частот 148-174 МГц (Табл. 3.1);

$B_м$ = 5 дБ – поправочный коэффициент, учитывающий отличие мощности передатчика от 10 Вт (Рис. 3.1);

$\beta_1 = \beta_2$ =0,16 дБ/м – коэффициент погонного затухания фидерного тракта передатчика и приемника соответственно (Рис. 3.2);

l_1 = 3, и l_2 =9 – длина фидерного тракта передатчика радиостанции ПСЧ и приемника радиостанции ЦУКС соответственно, м (условие задачи);

$G_1 = G_2$ = 1,5 дБ – коэффициенты усиления антенн передатчика и приемника соответственно (условие задачи);

$B_и$ = - 6 дБ – поправка, учитывающая надежность канала связи, для данного примера допустимый процент времени проявления помех со стороны мешающих радиостанций, работающих в совмещенном частотном канале, и на частотах, близких к частоте

полезного сигнала, устанавливается равным 10 % (условие задачи).

$$E_т = 20 + 8 - 5 + 0{,}16 \cdot 3 - 1{,}5 + 0{,}16 \cdot 9 - 1{,}5 + 6 = 27{,}92 \text{ дБ}.$$

Таблица 3.1

Зависимость коэффициента ослабления сигнала $B_{осл}$ от параметра рельефа местности Δh

Δh, м	**30**	**40**	**50**	**70**	**90**	**110**	**120**	**140**	**150**
$B_{осл}$, дБ	-2	-1	0	1	3	4	5	6	7
Δh, м	**170**	**190**	**210**	**230**	**250**	**290**	**330**	**360**	**500**
$B_{осл}$, дБ	8	9	10	11	12	13	14	15	16

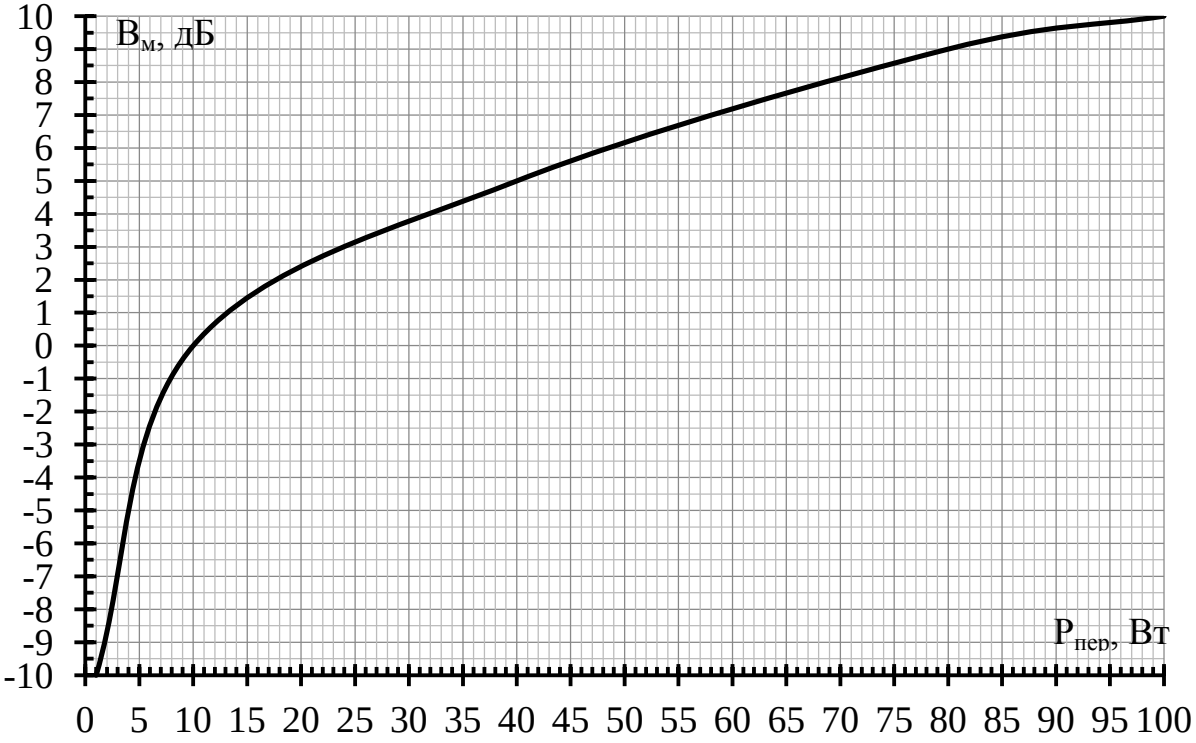


Рис. 3.1. Зависимость мощности радиостанции от поправочного коэффициента $B_м$

В основу расчета ожидаемой дальности радиосвязи положены графические зависимости изменения напряженности электромагнитного поля $E_т$, дБ, приведенной к точке приема, от расстояния d, км, для различных значений произведения высот подъема передающей и приемной антенн h_1, h_2, м^2. Эти графические зависимости представлены на рис. 3.2 и показывают медианные (или среднестатистические) значения напряженности поля УКВ радиоволн.

Произведение высот подъема передающей и приемной антенн для данного примера составляет $h_1 \cdot h_2 = 4 \cdot 25 = 100$ м^2. По полученным данным находим дальность действия радиосвязи между удаленным пунктом связи ПЧ и ЦУКС по рис. 3.3.

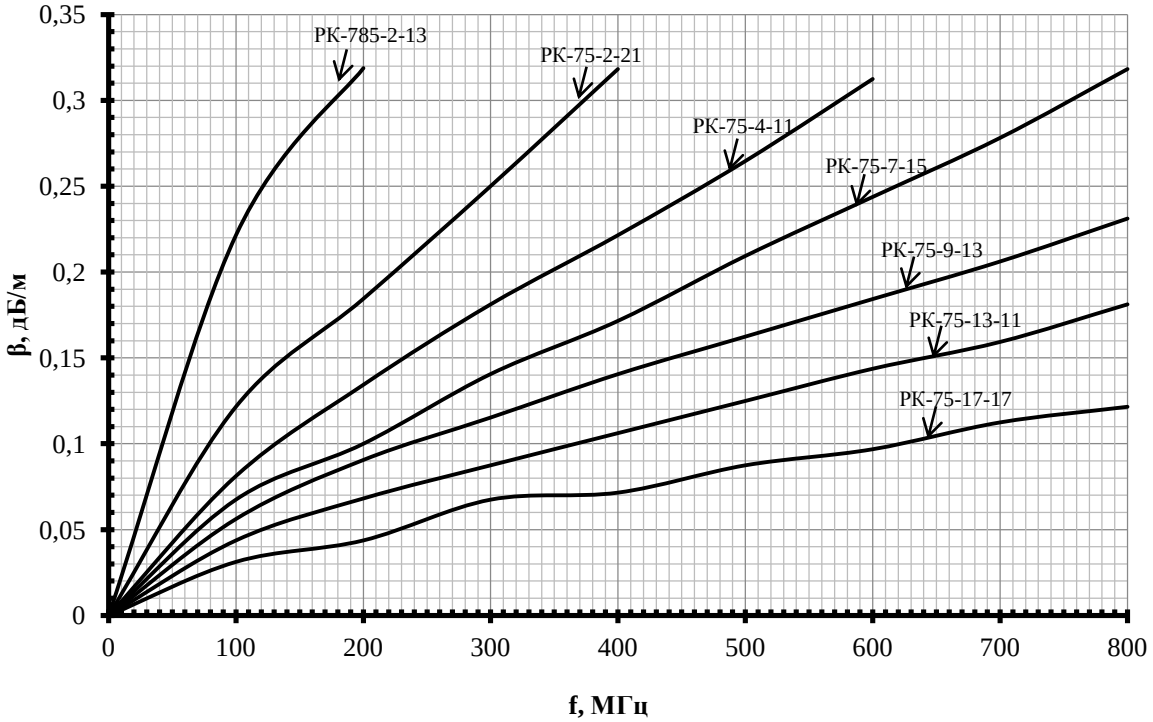


Рис. 3.2. Зависимость коэффициента удельного затухания коаксиальных кабелей от радиочастоты

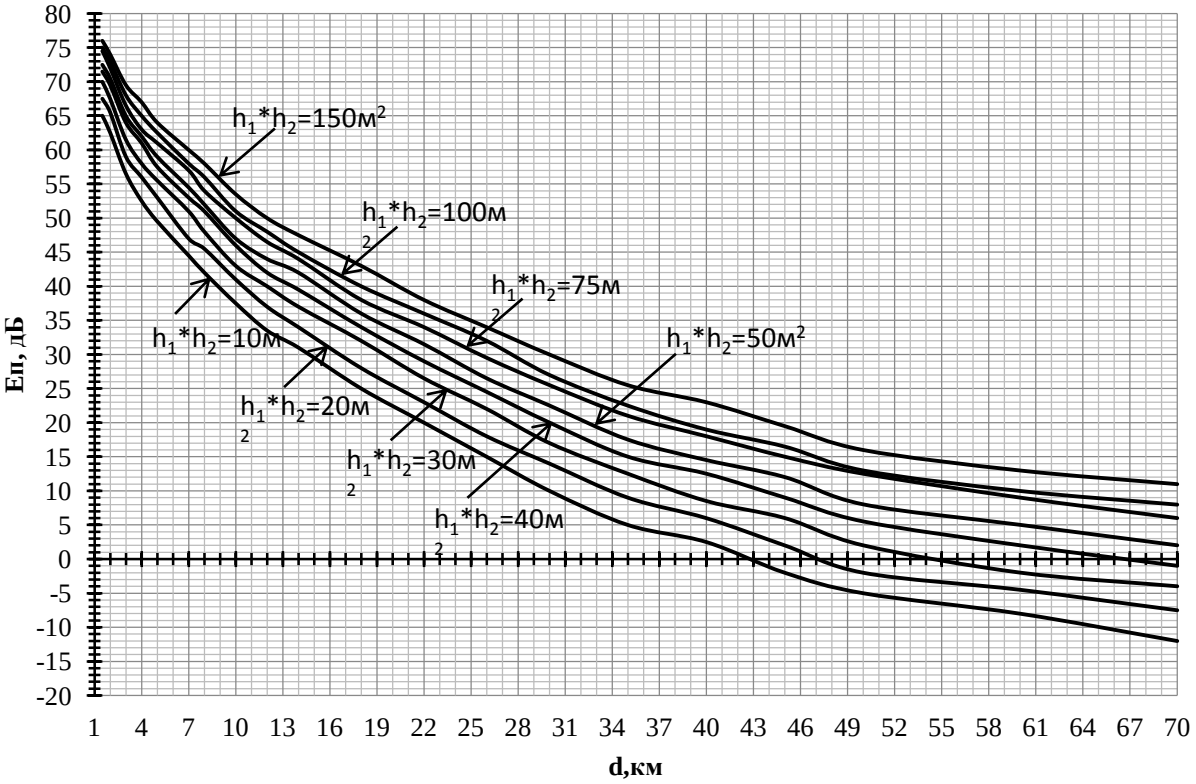


Рис. 3.3. Зависимость средних значений напряженности поля от расстояния между антеннами

Ответ.

Таким образом, значение дальности радиосвязи, исходя из величины напряженности поля полезного сигнала на входе приемного устройства и произведения высот подъема передающей и приемной антенн, будет составлять d=29 км.

Пример № 3. Рассчитать дальность действия радиосвязи между удаленным ЦУКС и пожарным автомобилем. Высота подъема антенны ЦУКС равна 25 метрам, высота подъема антенны пожарного автомобиля равна 2 метрам. Параметр рельефа местности Δh = 170 метров. Радиостанции работают на частоте 150 МГц. В ЦУКС установлена стационарная радиостанция с выходной мощностью передатчика $P_{пер}$ =50 Вт. В антенно-фидерных трактах радиостанций используется коаксиальный кабель РК 75-9-13. Минимальное значение напряженности поля полезного сигнала $E_{мин}$ составляет 20 дБ. Длина фидерного тракта передатчика l_1=3 метра и приемника l_2=9 метров. Условие прямой видимости между передающей и приемной антеннами не выполняется. Коэффициенты усиления антенн передатчика и приемника соответственно G_1=G_2=1,5 дБ. поправка $B_и$ составляет (-5) дБ.

Решение.

Определение дальности радиосвязи необходимо проводить исходя из минимального значения напряженности поля с учетом влияния рельефа местности, выходной мощности передатчика, затухания антенно-фидерных трактов передатчика $\beta_1 l_1$ и приемника $\beta_2 l_2$, коэффициентов усиления передающей G_1 и приемной G_2 антенн и условием видимости между передающей и приемной антеннами.

Так как условие прямой видимости между передающей и приемной антеннами не выполняется, напряженность поля полезного сигнала определяется по формуле 3.9.

$$E_п = 20 + 8 - 6 + 0{,}075 \cdot 3 - 1{,}5 + 0{,}075 \cdot 9 - 1{,}5 + 5 = 30{,}9 \text{ дБ}.$$

В основу расчета ожидаемой дальности радиосвязи положены графические зависимости изменения напряженности электромагнитного поля $E_{т,}$ дБ, приведенной к точке приема, от расстояния d, км, для различных значений произведения высот подъема передающей и приемной антенн h_1, h_2, м^2. Эти графические зависимости представлены на рис. 3.2 и показывают медианные (или среднестатистические) значения напряженности поля УКВ радиоволн.

Произведение высот подъема передающей и приемной антенн для данного примера составляет $h_1 \cdot h_2 = 2 \cdot 25 = 50$ м^2. По полученным данным находим дальность действия радиосвязи между удаленным ЦУКС и пожарным автомобилем по рис. 3.3.

Ответ.

Таким образом, значение дальности радиосвязи, исходя из величины напряженности поля полезного сигнала на входе приемного устройства и произведения высот подъема передающей и приемной антенн, будет составлять примерно d=22 км.

Пример № 4. Будет ли допустима работа радиостанций, используемых в пожарной охране (N≥20 дБ), при условии: параметр рельефа местности Δh=210 метров; радиостанции работают на частоте 160 МГц. Выходная мощность передатчика $P_{пер}$ =100 Вт; длина фидерного тракта передатчика и приемника соответственно равны l_1=10 метрам и l_2=7 метрам; в антенно-фидерных трактах радиостанций используется коаксиальный кабель РК 75-7-15; минимальное значение напряженности поля полезного сигнала $E_{мин}$ составляет 20 дБ; условие прямой видимости между передающей и приемной антеннами не выполняется; коэффициенты усиления антенн передатчика и приемника G_1=G_2=1,5 дБ; поправка $В_и$ составляет 5 дБ; напряженность электрического поля помех в точке приема $E_ш$ =10 дБ.

Решение.

Для уверенной связи напряженность поля полезного сигнала в точке приема должна превышать напряженность поля помех в N раз, определяемых техническими характеристиками применяемых радиосредств. Для радиостанций, используемых в пожарной охране, такое превышение составляет 20 дБ (формула 3.10)

$$N = E_П - Еш. \qquad (3.10)$$

Таким образом, решение задачи сводится к нахождению напряженности поля полезного сигнала на входе приемного устройства. Величина напряженности поля полезного сигнала на входе приемного устройства, *дБ*, определяется по формуле (3.9):

$$Е_п = 20 + 10 - 10 + 0{,}09 \cdot 10 - 1{,}5 + 0{,}09 \cdot 7 - 1{,}5 + 5 = 13{,}53 \text{ дБ}.$$

По условиям задачи напряженность электрического поля помех в точке приема $Е_ш$=10 дБ. Подставив в формулу полученное значение, определим, на сколько величина напряженности поля полезного сигнала на входе приемного устройства будет больше величины напряженности электрического поля помех в точке приема.

$$N = 13{,}53 - 10 = 3{,}53 \text{ дБ}.$$

Ответ.

Условие обеспечения уверенной радиосвязи не выполняется, т. к. 3,53дБ < 20дБ. Радиостанции с заданными характеристиками недопустимы для использования в пожарной охране.

Пример № 5. Рассчитать дальность действия радиосвязи между ПСЧ и ЦУКС, а также между ПСЧ и носимой радиостанцией. Высота подъема антенны ЦУКС равна 10 метрам, высота подъема антенны ПСЧ – 5 метров. Условие прямой видимости между передающей и приемной антеннами выполняется. В ПСЧ установлена радиостанция с выходной мощностью передатчика $P_{пер}$ =40 Вт. Радиостанция, носимая с выходной мощностью передатчика $P_{пер.нос.}$ =0,5 Вт, радиосвязь организована на месте пожара. Напряженность электрического поля полезного сигнала в точке приема $E_П$=25 мкВ/м. Коэффициент направленного действия передающей антенны G=1,5 (для антенны, основанной на принципе симметричного полуволнового вибратора). Радиосвязь осуществляется на частоте f = 150 МГц.

Решение.

1) Расчет дальность действия радиосвязи между ПСЧ и ЦУКС

При наличии прямой видимости между передающей и приемной антеннами пользуются формулой Б. В. Введенского (3.11):

$$E_п = \frac{4_\pi \sqrt{60 P_{пер} G}}{\lambda d^2} h_1 h_2, \qquad (1.11)$$

где $E_п$ – напряженность электрического поля полезного сигнала в точке приема, мкВ/м (25 мкВ/м - условие задачи);

$P_{пер}$ - мощность излучения передающей антенны, Вт (40 Вт – условие задачи);

G - коэффициент направленного действия антенны, дБ (1,5дБ – условие задачи);

λ – длина рабочей волны, м (формула 3.13);

d – расстояние между радиостанциями, км (формула 3.12);

h_1, h_2 – высоты поднятия антенн радиостанций, м.

Выразим из формулы 3.11 величину d:

$$d = \sqrt{\frac{4_\pi \sqrt{60 P_{пер} \sigma}}{\lambda E_m} h_1 h_2}, \qquad (3.12)$$

$$\lambda = \frac{c}{f}, \qquad (3.13)$$

где с = $3 \cdot 10^8$ – скорость распространения радиоволн в свободном пространстве, м/с;

f – радиочастота, Гц ($150 \cdot 10^6$Гц - условие задачи).

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{150 \cdot 10^6} = \frac{300}{150} = 2 \text{ м.}$$

Рассчитаем дальность радиосвязи между ПСЧ и ЦУКС:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 3{,}14\sqrt{60 \cdot 40 \cdot 1{,}5}}{2 \cdot 2{,}5} \cdot 10 \cdot 5} = \sqrt{\frac{753{,}6}{50} \cdot 50} = 27 \text{ км.}$$

2) Расчет дальности радиосвязи между ПСЧ и носимой радиостанцией

На рис. 3.4 представлены графические зависимости дальности связи между стационарной и носимой радиостанциями. При выходной мощности передатчика носимой радиостанции $P_{пер.нос.}$=0,5Вт и условиях радиосвязи «на месте пожара» выбирается кривая *2*, по которой высоте антенны ПСЧ h2=5м соответствует дальность радиосвязи 0,7 км.

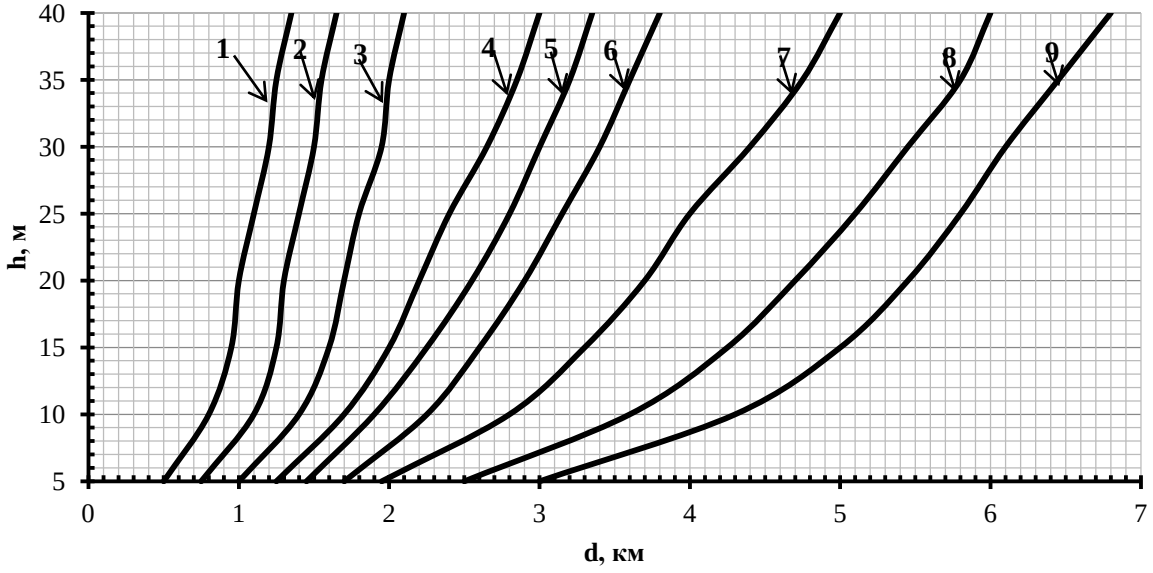


Рис. 3.4. Зависимость дальности связи между стационарной и носимой радиостанциями

Ответ.

• Дальность действия радиосвязи между ПСЧ и ЦУКС при наличии прямой видимости между антеннами радиостанций будет составлять d=27 км.

• Дальность действия радиосвязи между ПСЧ и носимой радиостанцией будет составлять d=0,7 км.

Пример № 6. Рассчитать высоты подъема антенн ПСЧ и ЦУКС. Расстояние между ПСЧ и ЦУКС d=17 км. Параметр рельефа местности Δh = 120 метров. Радиостанции работают на частоте 160 МГц. В ПСЧ установлена стационарная радиостанция с выходной мощностью передатчика $P_{пер}$ =40 Вт. В антенно-фидерных трактах радиостанций используется коаксиальный кабель РК 75-2-13. Минимальное значение напряженности поля полезного сигнала $E_{мин}$ составляет 20 дБ. Длина фидерного тракта передатчика l_1=5 метров и приемника l_2=10 метров. Условие прямой видимости не выполняется. Коэффициенты усиления антенн передатчика и приемника соответственно G_1=G_2=1,5 дБ; поправка $B_и$ составляет (-6) дБ.

Решение.

Определение дальности радиосвязи необходимо проводить, исходя из минимального значения напряженности поля с учетом влияния рельефа местности, выходной мощности передатчика, затухания антенно-фидерных трактов передатчика $\beta_1 l_1$ и приемника $\beta_2 l_2$, коэффициентов усиления передающей G_1 и приемной G_2 антенн и условием видимости между передающей и приемной антеннами.

Так как условие прямой видимости между передающей и приемной антеннами не выполняется, напряженность поля полезного сигнала определяется по формуле 3.9.

$$E_п = 20 + 5 - 5 + 0{,}29 \cdot 5 - 1{,}5 + 0{,}29 \cdot 10 - 1{,}5 + 6 = 27{,}35 \text{ дБ}.$$

В основу расчета ожидаемой дальности радиосвязи положены графические зависимости изменения напряженности электромагнитного поля $E_т$, дБ, приведенной к точке приема, от расстояния d, км, для различных значений произведения высот подъема передающей и приемной антенн h_1, h_2, м^2. Эти графические зависимости представлены на рис. 3.2 и показывают медианные (или среднестатистические) значения напряженности поля УКВ радиоволн.

По исходным данным (d=17 км) и полученному значению $E_п$ = 27,35дБ на рис. 3.3 находим требуемое произведение высот подъема антенн ПЧ и ЦУКС: для данного примера $h_1 \cdot h_2$=10 м^2. Из найденного произведения высот выбираются необходимые высоты стационарных антенн, например: для ЦУКС h_1=5 м и для ПСЧ h_2=2 м.

Ответ.

1. Таким образом необходимые высоты подъема стационарных антенн ЦУКС – h_1=5 м и ПСЧ – h_2=2 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, РЕКОМЕНДОВАННОЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ

1. Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 200с.

2. Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст]: учебник для ВУЗов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер 4-е изд. – СПб. : Питер, 2012. – 944 с.

3. Гольдштейн, Б. С. Сети связи [Текст]: учебник для ВУЗов / Б. С. Гольдштейн, Н. А. Соколов, Г. Г. Яновский. – СПб. : БХВ, 2010. – 400 с.

4. Берлин, А. Н. Сотовые системы связи [Текст]: учеб. пособие, Интернет-Универ. Инф. Технологий А. Н. Берлин. – М. : Бином, 2010. – 360 с.

5. Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: Практикум. / А.М. Кобелев и др. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2020, 73 с.

6. ГОСТ 7153-85 Аппараты телефонные общего применения. Общие технические требования.

7. Приказ МЧС РФ от 25 июля 2006 г. №425 «Об утверждении норм табельной положенности пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного оборудования для основных и специальных пожарных автомобилей, изготавливаемых с 2006 года».

8. Методические рекомендации по планированию, организации и обеспечению связи в МЧС России – Москва : Управление информационных технологий и связи, 2013.

9. Приказ МЧС России от 26 декабря 2018 г. № 633 «Об утверждении и введении в действие Руководства по радиосвязи Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

10. Положение о системе обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» (Утверждено постановлением Правительства РФ от 21 ноября 2011 г. № 958).

11. Концепция создания комплексной системы информирования и оповещения населения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций заседания Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности от 18 июня 2013 г. № 4.

12. План мероприятий по реализации Концепции построения и развития аппаратно-программного комплекса технических средств "Безопасный город" на период 2016 - 2020 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_254336.