



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»**

СИСТЕМЫ СВЯЗИ И ОПОВЕЩЕНИЯ

Методические рекомендации по подготовке к экзамену

**Направление подготовки 38.03.04
Государственное и муниципальное управление
(уровень бакалавриата)**



Екатеринбург

2021

Системы связи и оповещения [Текст]: методические рекомендации по подготовке к экзамену. Направление подготовки 38.03.04 Государственное и муниципальное управление / авт.-сост. Сисина О.А., Луговкин В.В. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2021. – 26 с.

Авторы-составители:

Сисина О.А., доцент кафедры автоматизированных систем противопожарной защиты Уральского института ГПС МЧС России.

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, кандидат технических наук

Методические рекомендации предназначены для подготовки к экзамену по дисциплине «Системы связи и оповещения» для обучающихся в Уральском институте ГПС МЧС России по специальности 38.03.04 Государственное и муниципальное управление и включают в себя общие положения по освоению дисциплины и проведению экзамена, 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 экзамену	4
1.2. Порядок проведения экзамена	5
1.3. Критерии оценки	5
2. ПОДГОТОВКА К ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЭКЗАМЕНА	6
3. ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЭКЗАМЕНА	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 ЭКЗАМЕНУ	25

1. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1.1. Рекомендации по подготовке к экзамену

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 «Системы связи и оповещения» изучает теоретические основы связи, устройство, тактико-технические характеристики и принцип действия радио и проводных устройств связи, основы построения и функционирования автоматизированных систем МЧС России, систем оповещения населения, системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб через единый номер «112», основные принципы построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город». 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 дисциплины предусмотрен экзамен. Экзамен является заключительным этапом изучения дисциплины, в полном объеме определяющим уровень теоретических знаний и умений, приобретенных за курс, развития логического мышления, умения систематизировать знания и применять их в практической деятельности.

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

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

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

1.2. Порядок проведения экзамена

Экзамен проводится в течение 6 учебных часов (3 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 экзамене допускается использование нормативной и справочной литературы. В процессе экзамена обучающийся отвечает на вопросы преподавателя и приводит решение задачи, представленной в билете. По окончании ответа экзаменатор может задать отвечающему дополнительные и уточняющие вопросы. Результаты экзамена 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 экзамена определяются оценками **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«неудовлетворительно»**.

«Отлично» – если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно 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 ошибок.

«Хорошо» – если обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

«Удовлетворительно» – если обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, использует недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

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

2. ПОДГОТОВКА К ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЭКЗАМЕНА

Перечень основных теоретических вопросов и рекомендуемой литературы для подготовки

Тема 1. Основы проводной связи

1. Основные понятия и определения в теории электросвязи: информация, сообщение, сигнал.

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 1. – С 9.**

2. Структурная схема системы электросвязи.

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 3. – С 65.**

3. Классификация и параметры электрических сигналов и каналов связи.

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст]: учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 1.2 – 1.6. – С 12-44.**

4. Сущность процесса модуляции и ее основные виды.

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 2. – С 45 – 64.**

5. Общие сведения о многоканальной связи

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 3.6. – С 80 – 81.**

6. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов.

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 1.2.3. – С. 19 – 23.**

7. Простейшая схема организации телефонной связи.

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 4. – С 93.**

- Автоматизированные системы управления и связь: учебное пособие. / В. И. Зыков, В. В. Степанов, А. Б. Мосягин, А. Н. Петренко; по общей ред. В. И. Зыкова. – 3-е изд., перераб. И доп. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 2.1.** – С **24.**
8. Классификация и устройство телефонных аппаратов.
 - ГОСТ 7153-85 Аппараты телефонные общего применения.
 - Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 4.2.** – С **93.**
 9. Классификация проводных линий связи и их основные характеристики.
 - Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 4.3.** – С **102 - 106.**
 10. Принципы построения городской телефонной сети.
 - Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 4.5.** – С. **109 – 112.**
 11. Организация сети телефонной связи по линиям специальных служб «01».
 - Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 4.6.** – С. **112 – 114.**

Тема 2. Основы радиосвязи

12. Излучение и распространение радиоволн.
 - Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019.– **Глава 5.3. – 5.4.** – С **123-124.**
13. Принципы организации транкинговой системы связи.
 - Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 6.6.** – С **192-199.**
14. Принципы организации сотовой системы связи.

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 6.4.** – С **177-188.**
15. Принципы организации спутниковой системы связи «VSAT», «Inmarsat BGAN».
- Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 6.3.** – С **164-177.**
16. Поколения сетей сотовой связи
- Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 6.4.** – С **187-188.**

Тема 3. Современные информационные системы МЧС России

17. Действующие системы оповещения населения.

- Положение о системах оповещения населения [Электронный ресурс] : Приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 31 июля 2020 г. № 578/365. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/565649076>.
- Методические рекомендации по включению в единую сеть ОКСИОН элементов информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей, созданных за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации, организаций и иных источников [Электронный ресурс] : протоколом МЧС России от 02.03.2012 № 1. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_309556/
- Временный регламент организации функционирования и развития общероссийской системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей [Электронный ресурс] : Распоряжение МЧС России от 5 февраля 2020 года № 76 – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/565737107>.
- Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 12.** – С **285-287.**

18. Системы информирования населения.

- Положение о системах оповещения населения [Электронный ресурс] : Приказ Министерства цифрового развития, связи и

массовых коммуникаций Российской Федерации от 31 июля 2020 г. № 578/365. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/565649076>.

- Методические рекомендации по включению в единую сеть ОКСИОН элементов информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей, созданных за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации, организаций и иных источников [Электронный ресурс] : протоколом МЧС России от 02.03.2012 № 1. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_309556/
- Временный регламент организации функционирования и развития общероссийской системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей [Электронный ресурс] : Распоряжение МЧС России от 5 февраля 2020 года № 76 – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/565737107>.
- Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 12.2. – С 288-291.**

19. Комплексная система экстренного оповещения населения об угрозе возникновения или о возникновении ЧС.

- Положение о системах оповещения населения [Электронный ресурс] : Приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 31 июля 2020 г. № 578/365. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/565649076>.
- Методические рекомендации по включению в единую сеть ОКСИОН элементов информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей, созданных за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации, организаций и иных источников [Электронный ресурс] : протоколом МЧС России от 02.03.2012 № 1. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_309556/
- Временный регламент организации функционирования и развития общероссийской системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей [Электронный ресурс] : Распоряжение МЧС России от 5 февраля 2020 года № 76 – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/565737107>.
- Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И.

А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – Глава 12.3. – С 291-293.

Тема 4. Система вызова экстренных оперативных служб через единый номер «112»

20. Нормативные документы в области создания и развития системы-112 и предъявляющие к системе-112, ее элементам или инфраструктуре определенные требования.

- Положение о системе обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 21.11.2011 № 958 – Режим доступа : <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&vkart=card&nd=102152107&rdk=>.

21. Назначение, цели создания и задачи системы-112 в Российской Федерации.

- Положение о системе обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 21.11.2011 № 958 – Режим доступа : <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&vkart=card&nd=102152107&rdk=>.

22. Структура системы-112. Основные подсистемы системы-112 и их функции.

- Положение о системе обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 21.11.2011 № 958 – Режим доступа : <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&vkart=card&nd=102152107&rdk=>.

23. Модель создания системы-112 в субъекте РФ (локальная или удаленная модель обработки и хранение данных).

- Положение о системе обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 21.11.2011 № 958 – Режим доступа : <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&vkart=card&nd=102152107&rdk=>.

24. Схема приема и обработки вызовов по номеру «112» (централизованная или децентрализованная). Организационная структура системы-112 в субъекте РФ, характеристика объектов системы-112.

- Положение о системе обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 21.11.2011 № 958 – Режим доступа : <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&vkart=card&nd=102152107&rdk=>.

Тема 5. Аппаратно-программный комплекс «Безопасный город»

25. Цели и задачи построения и развития АПК «Безопасный город

- Концепция построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 03.12.2014 №2446р. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/420238601> –

Раздел 1.

26. Основные принципы построения и развития АПК «Безопасный город».

- Концепция построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 03.12.2014 №2446р. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/420238601> –

Раздел 3.

27. Функции АПК «Безопасный город».

- Концепция построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 03.12.2014 №2446р. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/420238601> –

Раздел 4.

28. Целевая архитектура и основные системы АПК «Безопасный город».

- Концепция построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 03.12.2014 №2446р. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/420238601> –

Раздел 5.

29. Взаимодействие органов государственной власти всех уровней в рамках АПК «Безопасный город».

- Концепция построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 03.12.2014 №2446р. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/420238601> –

Раздел 6.

Тема 6. Автоматизированные системы управления МЧС России

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

- ГОСТ 34.003-90 Автоматизированные системы. Термины и определения. – **Раздел 1, 2.**
- Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 11. – С 272-276.**

31. Классификация автоматизированных систем управления.

- РД 50-680-88 Методические указания. Автоматизированные системы. – **Раздел 1.**
- Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 11.2. – С 277.**

32. Назначение и функции автоматизированной информационно-управляющей системы РС ЧС (АИУС РС ЧС).

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 11.6. – С 283.**

33. Структура и подсистемы АИУС РСЧС.

- Автоматизированные системы управления и связь [Текст] : учебное пособие / авт.-сост. В. Т. Куанышев, А. М. Кобелев, И. А. Сидаш. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – **Глава 11.7. – С 285.**

34. Режимы функционирования АИУС РС ЧС.

- Качанов С. А. Информатизационные технологии принятия решений в чрезвычайных ситуациях. Автоматизированная информационно-управляющая система Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: вчера, сегодня, завтра [Текст] : монография / С. А. Качанов, С.Н. Нехорошев, А.П. Попов. – М.: ВНИИ ГОЧС, ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2011. – **С. 29-30.**

3. ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЭКЗАМЕНА

3.1. Перечень практических заданий

1. **Тема 2.** Расчет дальности действия радиосвязи.
2. **Тема 4.** Расчет числа линий системы 112 и количества операторского состава.

3.2. Примеры практических заданий и порядок их решения

Пример № 1. Определить количество линий системы «112» и общее количество операторского состава, при заданных величинах интенсивности входного потока вызовов $\lambda = 0,65$ выз/мин; времени обслуживания одного вызова (времени переговоров) $T_{п}=1,0$ мин; коэффициенте занятости оператора $K_{доп}=0,4$; времени занятости оператора обработкой принятого вызова (запись поступившего вызова в журнал регистрации и т. п.) $T_{обсл}=1,5$ мин; вероятности потери вызова $P_{п}=0,001$.

Решение.

Общий алгоритм оптимизации сети связи системы «112» рассмотрим на конкретном примере инженерного расчета, в результате которого определяется минимально необходимое количество линий связи системы «112» и общее количество операторского состава.

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

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

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

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

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

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

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

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

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 $P_{\text{отк } 1}$ и заданное значение вероятности потери вызова $P_{\text{п}} = 0,001$, приходим к выводу, что условие $P_{\text{отк } 1} \leq P_{\text{п}}$ 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 $P_{\text{отк } 2}$ и заданное значение вероятности потери вызова $P_{\text{п}} = 0,001$, приходим к выводу, что условие $P_{\text{отк } 2} \leq P_{\text{п}}$ 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 $P_{\text{отк } 3}$ и заданное значение вероятности потери вызова $P_{\text{п}} = 0,001$, приходим к выводу, что условие $P_{\text{отк } 3} \leq P_{\text{п}}$ 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 $P_{\text{отк } 4}$ и заданное значение вероятности потери вызова $P_{\text{п}} = 0,001$, приходим к выводу, что условие $P_{\text{отк } 4} \leq P_{\text{п}}$ 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 $P_{\text{отк } 5}$ и заданное значение вероятности потери вызова $P_{\text{п}} = 0,001$, приходим к выводу, что условие $P_{\text{отк } 5} \leq P_{\text{п}}$ соблюдается, т. е. $P_{\text{отк } 5} = 0,0005 < P_{\text{п}} = 0,001$. Таким образом, принимаем число линий связи «01» $n = 5$.

Вероятность того, что вызов будет принят на обслуживание (относительная пропускная способность сети связи по линиям «112»), определяется по формуле 3.3

$$P_{\text{обс}} = 1 - P_{\text{отк } n}; \quad (3.3)$$

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

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

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

$$A = \lambda \cdot P_{\text{обс}}; \quad (3.4)$$

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

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

Время занятости оператора обслуживанием одного вызова определяется по формуле 3.5

$$T_{обс\ 2} = \frac{T_{п} - T_{обс\ 1}}{60}; \quad (3.5)$$

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

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

По заданной интенсивности входного потока вызовов $\lambda = 0,65$ выз/мин, поступающих в систему информационного обеспечения операторского состава, и времени обслуживания одного вызова оператором $T_{обс2} = 0,041$ ч определим по формуле 3.6 полную нагрузку, часо-занятий (количество обслуживаемых вызовов за 1 час – ч-зан), на всех операторов за смену, т. е. за 24 ч:

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

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

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

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

$$y_{1доп} = K_{доп} \cdot y_{1max}; \quad (3.7)$$

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

где $K_{доп}$ – коэффициент занятости оператора; $y_{1max}=24$ ч – максимальная нагрузка на одного оператора за смену.

Определим необходимое число операторов:

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

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

Округляя результат, получаем число операторов – 5 человек.

Ответ. Таким образом, по результатам оптимизации системы информационного обеспечения операторского состава (сети связи по

линиям «01») определено, что необходимо иметь 5 линий связи «01» и 5 операторов.

Пример № 2. Рассчитать дальность действия радиосвязи между ЕДДС и удаленным пунктом связи. Высота подъема антенны ЕДДС равна 25 метрам, высота подъема антенны на удаленном пункте связи – 4 метра. Параметр рельефа местности $\Delta h = 170$ метров. Радиостанции работают на частоте 170 МГц. В ЕДДС 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 $V_{и}$ 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.

$$E_{п} = E_{мин} + V_{осл} - V_{м} + \beta_1 l_1 - G_1 + \beta_2 l_2 - G_2 - V_{и}, \quad (3.9)$$

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

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

$V_{м} = 5$ 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 и приемника радиостанции соответственно, м (условие задачи);

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

$V_{и} = 6$ 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).

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

Таблица 3.1

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

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



Рис. 3.1. Зависимость мощности радиостанции от поправочного коэффициента B_m

В основу расчета ожидаемой дальности радиосвязи положены графические зависимости изменения напряженности электромагнитного поля E_T , дБ, приведенной к точке приема, от расстояния d , км, для различных значений произведения высот подъема передающей и приемной антенн h_1, h_2 , м². 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 $h_1 \cdot h_2 = 4 \cdot 25 = 100 \text{ м}^2$. По полученным данным находим дальность действия радиосвязи между удаленным пунктом связи и ЕДДС по рис. 3.3.

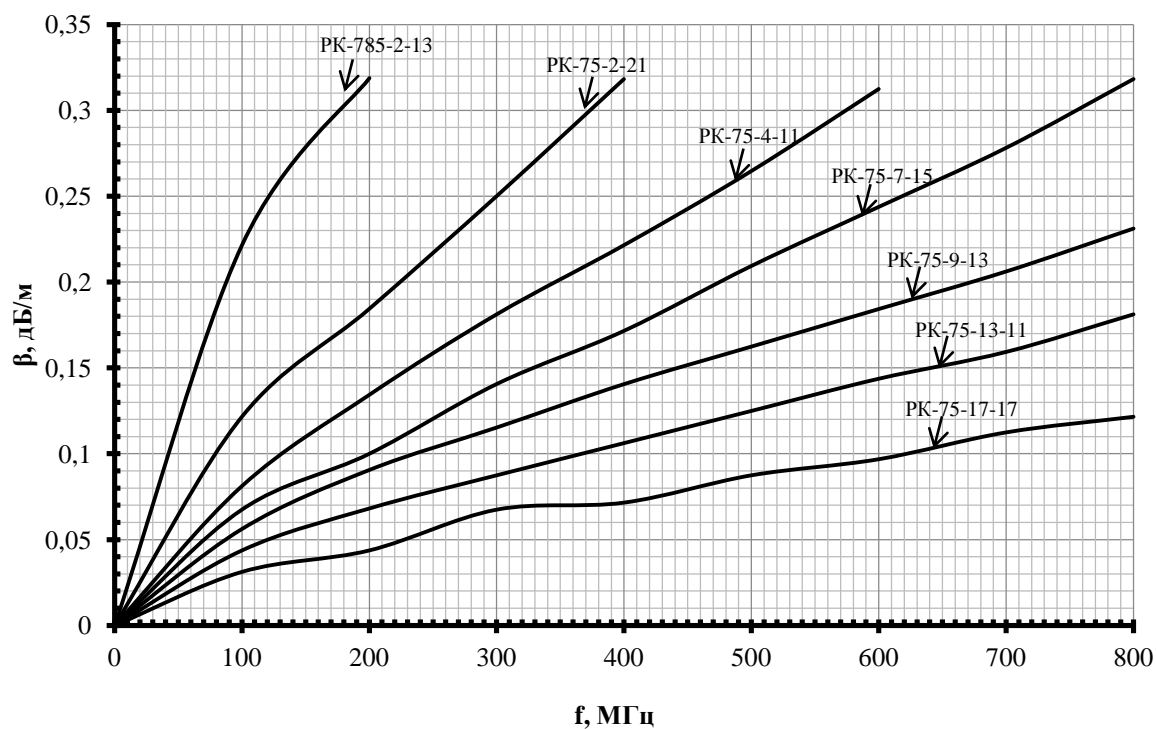


Рис. 3.2. Зависимость коэффициента удельного затухания коаксиальных кабелей от радиочастоты

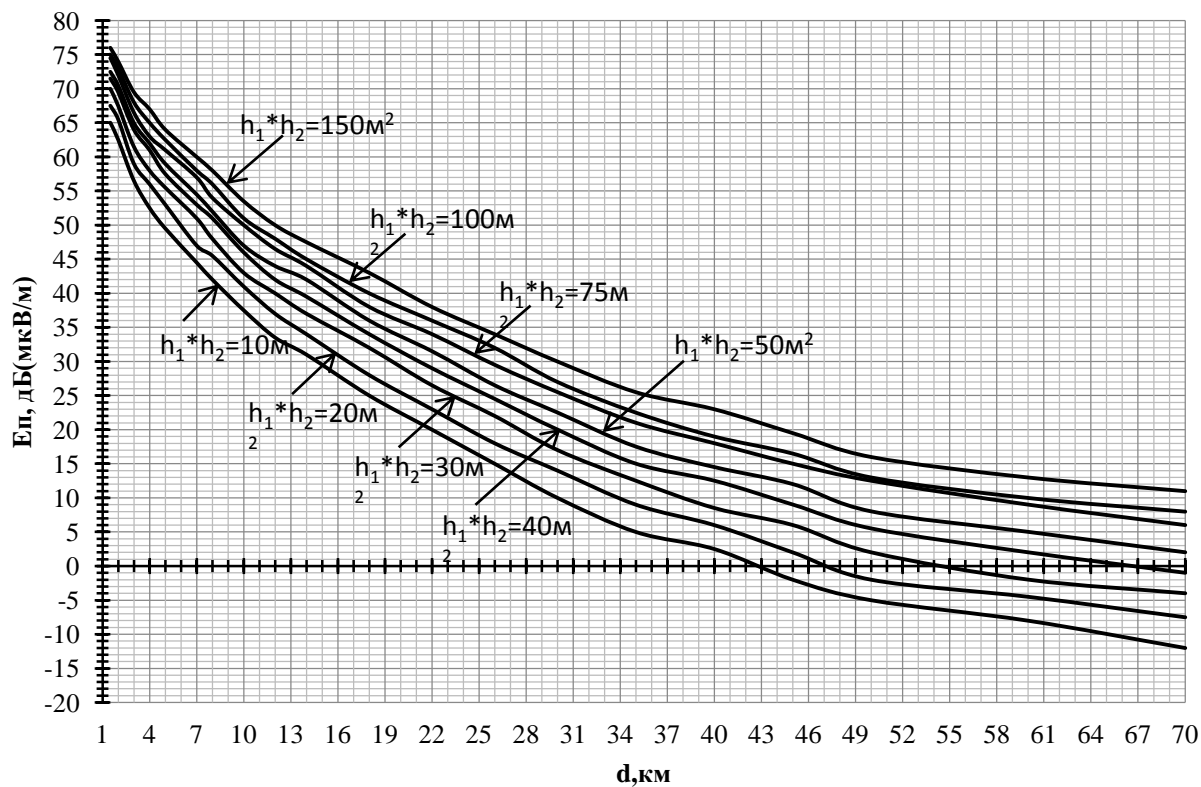


Рис. 3.3. Зависимость средних значений напряженности поля от расстояния между антеннами

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 ЕДДС и автомобилем. Высота подъема антенны ЕДДС равна 25 метрам, высота подъема антенны автомобиля равна 2 метрам. Параметр рельефа местности $\Delta h = 170$ метров. Радиостанции работают на частоте 150 МГц. В ЕДДС 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_n 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.

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

В основу расчета ожидаемой дальности радиосвязи положены графические зависимости изменения напряженности электромагнитного поля E_n , дБ, приведенной к точке приема, от расстояния d , км, для различных значений произведения высот подъема передающей и приемной антенн h_1, h_2 , м². 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 $h_1 \cdot h_2 = 2 \cdot 25 = 50$ м². По полученным данным находим дальность действия радиосвязи между удаленным ЕДДС 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. Рассчитать дальность действия радиосвязи между удаленным пунктом связи и ЕДДС, а также между удаленным пунктом связи и носимой радиостанцией. Высота подъема антенны ЕДДС равна 10 метрам, высота подъема антенны на удаленном пункте связи – 5 метров. Условие прямой видимости между передающей и приемной антеннами выполняется. В удаленном пункте связи установлена радиостанция с выходной мощностью передатчика $P_{пер} = 40$ Вт. Радиостанция, носимая с выходной мощностью передатчика $P_{пер} = 0,5$ Вт, радиосвязь организована на месте пожара. Напряженность электрического поля полезного сигнала в точке приема $E_{П} = 25$ дБ. Коэффициент направленного действия передающей антенны $G = 1,5$ (для антенны, основанной на принципе симметричного полуволнового вибратора). Радиосвязь осуществляется на частоте $f = 150$ МГц.

Решение.

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

$$E_{П} = \frac{4\pi\sqrt{60P_{пер}G}}{\lambda d^2} h_1 h_2, \quad (1.11)$$

где $E_{П} = 25$ дБ – напряженность электрического поля полезного сигнала в точке приема, мкВ/м (условие задачи);

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

$G = 1,5$ – коэффициент направленного действия передающей антенны (условие задачи);

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

d – протяженность линии радиосвязи, км (формула 3.12);

h_1, h_2 – высоты поднятия передающей и приемной антенны, м.

Выразим из формулы 3.11 величину d :

$$d = \sqrt{\frac{4\pi\sqrt{60P_{пер}G}}{\lambda E_{П}}} h_1 h_2, \quad (3.12)$$

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

где $c = 3 \cdot 10^8$ – скорость распространения радиоволн в свободном пространстве, м/с;
 f – радиочастота, Гц (условие задачи).

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

Рассчитаем дальность радиосвязи между удаленным пунктом связи и ЕДДС:

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

На рис. 3.4 представлены графические зависимости дальности связи между стационарной и носимой радиостанциями. Дальность радиосвязи составит 0,7 км.

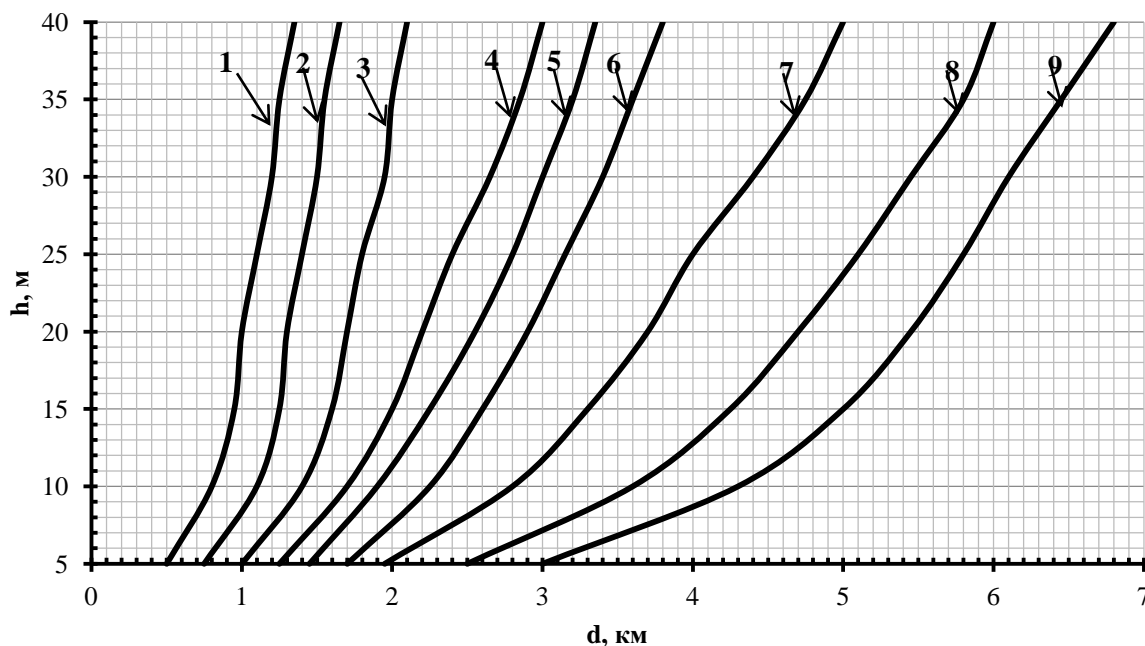


Рис. 3.4. Зависимость дальности связи между стационарной и носимой радиостанциями

Ответ.

- Дальность действия радиосвязи между удаленным пунктом связи и ЕДДС при наличии прямой видимости между передающей и приемной антеннами будет составлять $d=27$ км.
- Дальность действия радиосвязи между удаленным пунктом связи и носимой радиостанцией будет составлять $d=0,7$ км.

Пример № 6. Рассчитать высоты подъема антенн удаленного пункта связи и ЕДДС. Расстояние между удаленным пунктом связи и ЕДДС $d=17$ км.

Параметр рельефа местности $\Delta h = 120$ метров. Радиостанции работают на частоте 160 МГц. В удаленном пункте связи 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 , м². Эти графические зависимости представлены на рис. 3.2 и показывают медианные (или среднестатистические) значения напряженности поля УКВ радиоволн.

По полученным данным находим произведение высот подъема антенн между удаленным пунктом связи и ЕДДС по рис. 3.2. Произведение высот подъема передающей и приемной антенн для данного примера составляет $h_1 \cdot h_2 = 10$ м². Из найденного произведения высот выбираются необходимые высоты стационарных антенн, например, ЕДДС $-h_1 = 5$ м и удаленный пункт связи $-h_2 = 2$ м.

Ответ.

Таким образом необходимые высоты подъема стационарных антенн ЕДДС $-h_1 = 5$ м и удаленным пунктом связи $-h_2 = 2$ м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, РЕКОМЕНДОВАННОЙ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Автоматизированные системы управления и связь: учебное пособие. / В.Т. Куанышев, А.М. Кобелев, И.А. Сидаш – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2019. – 329 с.
2. Автоматизированные системы управления и связь: учебное пособие. / В. И. Зыков, В. В. Степанов, А. Б. Мосягин, А. Н. Петренко; по общей ред. В. И. Зыкова. – 3-е изд., перераб. И доп. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2019. – 457 с.
3. Теория электрической связи и основы автоматизированных систем управления: лабораторный практикум. Направление подготовки 38.03.04 Государственное и муниципальное управление авт.-сост. И. А. Сидаш, А. М. Кобелев. – Екатеринбург : Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. – 64 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа http://79.172.63.200/www/professor.php?view_unit=7839.
4. Об утверждении и введении в действие руководства по радиосвязи министерства российской федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [Электронный ресурс] : Приказ МЧС России от 26 декабря 2018 г. № 633. – Режим доступа: [http:// bazanpa.ru/mchs-rossii-prikaz-n633-ot26122018-h4284913/](http://bazanpa.ru/mchs-rossii-prikaz-n633-ot26122018-h4284913/).
5. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123 ФЗ (ред. 30.04.2021). – Режим доступа: <http://base.garant.ru/12161584/>.
6. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 года № 68-ФЗ (ред. 11.06.2021).– Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/9009935>.
7. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 69 ФЗ (ред.01.07.2021). – Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/#/document/10103955>.
8. О связи [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 7 июля 2003 г. № 126-ФЗ (ред. 01.10.2021). – Режим доступа <https://docs.cntd.ru/document/901867280>.
9. Положение о системе обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 21.11.2011 № 958 – Режим доступа : <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&vkart=card&nd=102152107&rdk=>.
10. Положение о системах оповещения населения [Электронный ресурс] : Приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 31 июля 2020 г. № 578/365. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/565649076>.

11. Методические рекомендации по планированию, организации и обеспечению связи в МЧС России – Москва: Управление информационных технологий и связи, 2013. – 165 с.

12. Методические рекомендации по включению в единую сеть ОКСИОН элементов информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей, созданных за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации, организаций и иных источников [Электронный ресурс] : протоколом МЧС России от 02.03.2012 № 1. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_309556/

13. Временный регламент организации функционирования и развития общероссийской системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей [Электронный ресурс] : Распоряжение МЧС России от 5 февраля 2020 года № 76 – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/565737107>.

14. Концепция построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 03.12.2014 №2446р. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420238601>

15. ГОСТ 34.003-90 Автоматизированные системы. Термины и определения [Электронный ресурс] : Постановление Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 27.12.90 № 3399. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200006979>.