

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра телекоммуникационных систем

Утверждаю  
Проректор по учебной работе  
Н.Г. Зарипов  
“ 01 ” \_\_\_\_\_ 2015 г.



# **ПРОГРАММА государственной итоговой аттестации**

Уровень подготовки: высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

**Направление подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации**

*11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи*

**Программа**

***Системы, сети и устройства телекоммуникаций***

**Квалификация выпускника**

*Исследователь. Преподаватель-исследователь*

**Форма обучения**

*Очная*

Уфа 2015

Программа ГИА является приложением к основной профессиональной образовательной программе высшего образования по направлению подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации по направлению *11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи* и направленности *Системы, сети и устройства телекоммуникаций*.

Составители:  И.Л. Виногорова  
 А.Е. Киселев

Программа одобрена на заседании кафедры телекоммуникационных систем  
" 29 " 06 2015 г., протокол № 11

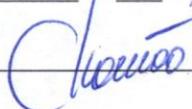
Заведующий кафедрой  А.Х. Султанов

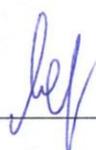
Программа ГИА утверждена на заседании Научно-методического совета по УГСН  
110000 Электроника, радиотехника и системы связи

" 30 " 06 2015 г., протокол № 2

Председатель НМС  А.Х. Султанов

Программа ГИА обсуждена и одобрена научно-техническим советом УГАТУ  
« 28 » 08 2015 г., протокол № \_\_\_\_\_

Председатель  и.о. проректора по НИИД А.Г. Лютов

Начальник ООПМА  И.А. Лакман

## Содержание

1 Общие положения	4
1.1 Государственная итоговая аттестации обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи	4
2 Требования к выпускнику, проверяемые в ходе государственного экзамена	4
2.1 Перечень основных учебных модулей (дисциплин) образовательной программы или их разделов и вопросов, выносимых для проверки на государственном экзамене	6
2.2 Критерии выставления оценок на государственном экзамене	16
2.3 Порядок проведения экзамена	17
2.4 Рекомендуемая литература	17
3 Требования к выпускной научно-квалификационной работе	18
3.1 Вид научно-квалификационной работы	19
3.2 Структура научно-квалификационной работ и требования к ее содержанию	19
3.3 Порядок защиты научно-квалификационной работы	21
3.4 Критерии выставления оценок (соответствия уровня подготовки выпускника требованиям ФГОС ВО)	21
4. Порядок проведения апелляции	22
5 Проведение ГИА для лиц с ОВЗ	22

## **1 Общие положения**

Государственная итоговая аттестация по программе подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации (аспирантура) является обязательной для обучающихся, осваивающих программу высшего образования вне зависимости от форм обучения и форм получения образования, и претендующих на получение документа о высшем образовании образца, установленного Министерством образования и науки Российской Федерации.

Государственная итоговая аттестация проводится государственными экзаменационными комиссиями в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательных программ требованиям соответствующего федерального государственного образовательного стандарта.

Государственная итоговая аттестация по образовательным программам, содержащим сведения, составляющие государственную тайну, проводится с соблюдением требований, предусмотренных законодательством Российской Федерации о государственной тайне.

Целью государственной итоговой аттестации является установление уровня подготовленности обучающегося образовательной организации высшего образования (далее – ООВО), осваивающего образовательную программу подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации (далее – обучающийся), к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и основной профессиональной образовательной программы высшего образования (далее – ОПОП) по соответствующему направлению подготовки (специальности), разработанной на основе образовательного стандарта.

Трудоемкость государственной итоговой аттестации в зачетных единицах определяется ОПОП в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом 240 з.е./8640 часов.

### **1.1 Государственная итоговая аттестация обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи**

Государственная итоговая аттестация обучающихся по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре проводится в форме (и в указанной последовательности):

- государственного экзамена;
- научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы.

## **2 Требования к выпускнику, проверяемые в ходе государственного экзамена**

Государственный экзамен проводится по дисциплинам (модулям) образовательной программы *Системы, сети и устройства телекоммуникаций* по направлению подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации *11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи*, результаты освоения которых имеют значение для профессиональной деятельности выпускников: научно-исследовательская деятельность в области электроники, радиотехники и систем связи, включающая разработку программ проведения научных исследований опытных, конструкторских и технических разработок, разработку физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере; разработку методик и организацию проведения экспериментов и испытаний, анализ их результатов; подготовку заданий для проведения исследовательских и научных работ; сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, выбор и обоснование методик и средств решения поставленных задач; управление результатами научно-исследовательской деятельности, подготовку научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; участие в конференциях, симпозиумах, школах-семинарах и т.д.; защиту объектов интеллектуальной

собственности; и преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования.

В рамках проведения государственного экзамена проверяется степень освоения выпускником следующих компетенций:

Код	Содержание
<b>Универсальные компетенции (УК)</b>	
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
УК-2	Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.
<b>Общепрофессиональные компетенции (ОПК)</b>	
ОПК-1	Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности.
ОПК-2	Владение культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.
ОПК-3	Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности.
<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>	
ПК-1	Способность применять современные методы расчёта параметров систем связи, основанные на физическом (натурном), математическом и виртуальном методах моделирования, а также принципы решения научно-технических задач в области оптимизации параметров телекоммуникационных систем в теоретических и прикладных аспектах, возникающих в последующей профессиональной деятельности выпускников технического университета.
ПК-2	Способность к широкому пониманию базовых принципов построения многоканальных телекоммуникационных систем и сетей общего назначения, изучению основных видов преобразования сигналов и особенностей их передачи по каналам и трактам систем связи, а также способность к цельному представлению о современных телекоммуникационных системах и сетях, их устройстве, основах построения важнейших элементов, тенденциях и перспективах развития, способностью работать с технической, справочной литературой и специальной измерительной аппаратурой, и применять теоретические знания при оценке работоспособности телекоммуникационных систем и сетей.
ПК-3	Готовность к проектированию, строительству и техническому сопровождению сетей передачи данных с использованием перспективных сетевых технологий, а также способность к пониманию современных сетевых технологий, самостоятельному проектированию сетей передачи информации, с установкой параметров сетевых устройств, отладкой и тестированием сетевого оборудования
ПК-4	Способность к пониманию основ и принципов построения современной микропроцессорной техники и готовность к использованию процессоров в инфокоммуникационных системах.

## **2.1 Перечень основных учебных модулей (дисциплин) образовательной программы или их разделов и вопросов, выносимых для проверки на государственном экзамене**

### **Теоретические вопросы по разделам программы «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»**

#### **1. Статистическая теория связи**

Общие сведения о системах и сетях телекоммуникаций.

Информация, сообщения, сигналы. Системы и сети телекоммуникаций среда информационного обмена, их назначения, задачи, состав предоставляемых услуг.

##### *1.1. Радиосигналы*

Понятие несущего сигнала. Классификация сигналов, база сигнала, Частотно-временная матрица. Простые и сложные (составные) сигналы. Генерация сигналов разных типов.

Модуляция и детектирование сигналов. Спектры модулированных сигналов.

Огибающая фаза и частота узкополосного сигнала. Аналитические сигналы.

Основные виды модуляции, применяемые в каналах систем телекоммуникаций.

Свойства и использование однополостной модуляции. Особенности модуляции и детектирования при дискретном модулирующем сигнале.

Корреляционная функция и спектральная плотность мощности гармонических сигналов, модулированных случайным процессом.

Спектры сложных сигналов. Полососберегающие сигналы.

##### *1.2. Кодирование источников и каналов связи*

Избыточность источника сообщения и причины её появления. Классификация методов уменьшения избыточности, уменьшение статистической и семантической избыточности. Теорема К. Шеннона о кодировании источника. Конструктивные методы кодирования источников, кодирование речевых сигналов и сигналов видео изображений.

Задача помехоустойчивого кодирования. Классификация помехоустойчивых кодов.

Блочные коды и их декодирование. Примеры важнейших блочных кодов. Циклические коды, методы их декодирования. Свёрточные коды, их классификация и основные характеристики. Методы декодирования свёрточных кодов.

Эффективность и энергетический выигрыш кодирования. Кодирование в каналах с памятью. Нелинейное кодирование.

Международные стандарты сжатия речевых и видео сообщений.

##### *1.3. Принципы многоканальной связи*

Классификация методов уплотнения каналов. Линейные методы уплотнения каналов и доступа. Частотное, временное и фазовое разделение каналов, разделение каналов по форме сигналов. Основы линейной теории уплотнения и разделения каналов.

Примеры нелинейного уплотнения каналов.

Принципы пакетной передачи информации (незакреплённые каналы). Нарушение масштаба времени и потери при пакетной передаче информации.

##### *1.4. Модемы каналов связи*

Низкоскоростные и высокоскоростные модемы для проводных и радиолиний. Модемы волоконно-оптических каналов связи. Особенности модемов многостанционного доступа. Модемы для передачи информации по энергетическим сетям. Модемы для каналов связи с переменными параметрами. Использование в модемах полососберегающих методов передачи и приёма сигналов. Особенности модемов при разнесенном приеме.

##### *1.5. Сообщения, сигналы и помехи в каналах связи*

Классификация сообщений, сигналов и помех. Случайные процессы и их основные характеристики. Энергетические характеристики случайных процессов, энергетические спектры, свойства корреляционных функций, теорема Винера Хинчина. Гауссовские и марковские случайные процессы. Узкополосные, случайные процессы. Выбросы случайных процессов.

Функциональные пространства и их базисы. Дискретные представления сигналов. Полные ортонормальные системы (гармонические функции Радемахера Уолша, Лагера, Эрмита. Дискретизация аналогового процесса. Теорема отсчётов.

Представления случайных процессов рядами и дифференциальными уравнениями. Решётчатые функции. Z-преобразование.

Модели дискретных и непрерывных источников информации.

#### *1.6. Преобразование сигналов и помех в каналах связи*

Методы анализа стационарных и переходных режимов каналов связи. Линейные каналы с постоянными параметрами. Прохождение сигналов и помех через линейные каналы с постоянными параметрами.

Методы анализа нелинейных каналов. Преобразование сигналов и помех в нелинейных каналах с постоянными параметрами. Статистические характеристики процессов на выходе нелинейных устройств и методы их нахождения.

Нелинейные устройства каналов связи: преобразователи частоты, ограничители, детекторы, генераторы, модуляторы.

Каналы связи с переменными параметрами, прохождение сигналов через каналы связи с переменными параметрами. Распределение энергии сигнала во временной и частотной областях. Параметрическое усиление, преобразование и генерирование сигналов. Дискретные линейные каналы. Методы анализа и синтеза дискретных каналов связи и их устройств. Цифровые фильтры, физическая осуществимость и устойчивость цифровых фильтров. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры. Характеристики цифровых фильтров. Цифровой спектральный анализ на основе дискретного и быстрого преобразования.

Следящие устройства каналов связи. Статистическая динамика следящих устройств. Структурные схемы следящих устройств автоматической регулировки усиления, фазовой и частотной автоматической подстройки.

Модели непрерывных каналов связи: канал без помех, канал с аддитивным гауссовым шумом, канал с неопределённой фазой сигнала и аддитивным шумом и канал с межсимвольной интерференцией и аддитивным шумом.

Модели дискретных каналов связи: двоичный симметричный канал без памяти, асимметричный канал без памяти, канал с памятью и канал с пакетными ошибками. Моделирование каналов связи.

#### *1.7. Помехоустойчивость систем передачи сообщений*

Задачи синтеза оптимальных приёмников. Критерии качества приёма сообщений. Оптимальные алгоритмы приёма при полностью известных параметрах сигналов (когерентный приём), понятие согласованного фильтра. Согласованные фильтры для основных типов сигналов. Помехоустойчивость оптимального когерентного приёма дискретных сигналов.

Приём  $d$  сигналов в каналах с межсимвольной интерференцией.

Приём сигналов с неопределённой фазой (некогерентный приём). Приём в условиях флуктуаций фаз и амплитуд сигналов. Приём дискретных сообщений в каналах с сосредоточенными по спектру и импульсными помехами.

Особенности приёма сообщений в оптическом диапазоне волн.

Сравнение помехоустойчивости вариантов передачи дискретных сообщений. Прием в целом. Поэлементный приём с жёсткими и мягкими решениями. Теорема Л.И. Финка.

#### *1.8. Потенциальные возможности передачи сообщений по каналам связи*

Проблема обеспечения высокой точности передачи дискретных сообщений в каналах с помехами. Потенциальные возможности дискретных каналов связи, теорема К. Шеннона для дискретного канала связи.

Потенциальные возможности непрерывных каналов связи при передаче дискретных сообщений. Пропускная способность канала связи.

Критерии помехоустойчивости передачи непрерывных сообщений. Оптимальная оценка параметров сигнала. Оптимальная демодуляция непрерывных сигналов. Помехоустойчивость систем передачи непрерывных сообщений при слабых помехах. Порог помехоустойчивости.

Аномальные ошибки. Оптимальная линейная фильтрация непрерывных сигналов, фильтр Колмогорова Винера. Фильтрация Калмана.

Решение задачи нелинейной фильтрации. Цифровая передача непрерывных сообщений, импульсно-кодовая модуляция и кодирование с предсказанием.

Адаптивные методы цифрового представления непрерывных сообщений.

## 2. Системы и сети телекоммуникаций

### 2.1. Элементы теории массового обслуживания

Основные понятия массового обслуживания, классификация систем массового обслуживания (СМО), типовые распределения в теории массового обслуживания, показатели эффективности СМО, теорема Литтла, области применения, методы исследования СМО.

Модели входных потоков. Стационарные и нестационарные потоки, пуассоновские потоки, потоки Эрланга, потоки Пальма, теорема Хинчина о сходимости суммы потоков.

Марковские СМО. Системы с бесконечной и конечной очередью, многолинейные СМО, СМО с отказами, СМО с конечным и бесконечным источником, методика расчёта показателей эффективности марковских СМО.

Полумарковские случайные процессы, метод Кендалла, анализ влияния закона распределения времени обслуживания на среднее время ожидания СМО, приоритетные СМО, виды приоритетов, методика анализа приоритетных СМО. Особенности мультиплексирования в сетях PDH и SDH.

Методы имитационного моделирования СМО.

Общие модели СМО, методы моделирования входных потоков, методы моделирования процедуры обслуживания требований, моделирование по времени и по событиям, планирование статистического эксперимента, методы сокращения времени моделирования, смешанные (аналитические и имитационные) методы анализа СМО.

### 2.2. Сети массового обслуживания

Понятие сетей массового обслуживания.

Марковские сети массового обслуживания, моделирование систем передачи данных сетями массового обслуживания.

Представление о сетях Петри. Основные варианты использования сетей Петри для моделирования систем и сетей телекоммуникаций. Моделирование на основе кусочно-линейных агрегатов. Элементы теории предикатов и их использование для описания программно-аппаратных комплексов.

Представления об экспертной системе. Основные разновидности оболочек экспертных систем. Понятия математического аппарата различных нечётких множеств. Использование возможностей тензорного исчисления для моделирования программно-аппаратных комплексов.

### 2.3. Архитектура систем и сетей телекоммуникаций

*Основы сетевых технологий.* Архитектура и основные элементы телекоммуникационных сетей. Архитектура взаимодействия открытых систем. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (ВОС). Уровни модели и функции, реализуемые на каждом из её уровней. Основные элементы модели ВОС: функциональный уровень, услуга, служба, соединение, блок данных, протокол связи. Определение протокола связи и его назначение. Понятие протокольного стека и профиля протоколов. Способы спецификации и верификации телекоммуникационных протоколов. Протоколы физического уровня. Протоколы канального уровня. Особенности протоколов для локальных и глобальных сетей. Протоколы, применяемые в локальных сетях.

Методы коммутации в сетях телекоммуникаций.

*Системы и сети телекоммуникаций.* Наземные средства систем и сетей телекоммуникаций. Сети проводной телефонии.

Радиорелейные линии связи.

Системы пейджинговой радиосвязи.



Согласование методов представления изображений и протоколов.

Экономное использование ресурсов сети при организации видеотелефонии и телеконференций.

Предоставление информационных услуг подвижным объектам.

Общие принципы и классификация систем подвижной радиосвязи. Транкинговые, сотовые, беспроводные, пейджинговые и спутниковые сети подвижной радиосвязи. Радиосети передачи данных. Стандарты и системы подвижной радиосвязи первого, второго и третьего поколений. Диапазоны частот, протоколы информационного обмена, системы сетевого управления, системы сигнализации. Виды услуг, предоставляемых в сетях подвижной радиосвязи.

Коммутационное и терминальное оборудование систем подвижной радиосвязи.

Оборудование систем подвижной радиосвязи: состав и основные особенности. Основные функции; принципы построения и типы коммутационных систем.

Модели радиоканалов и предсказания уровня сигнала для естественных условий распространения радиоволн в условиях сельской и городской застройки. Методы частотно-территориального планирования; кластерные модели; расчет основных параметров частотного плана, параметров станций и трафика сети; методы повышения емкости сетей; проблемы электромагнитной совместимости.

#### *2.5. Предоставление интегрированных информационных услуг*

Принципы предоставления интегрированных информационных услуг. Основные варианты построения структуры пакета. Возможности адаптации структуры пакета к характеристикам информационных потоков, эффективность адаптации. Перспективные технологии предоставления интегрированных информационных услуг: ATM и Frame Relay.

Сеть Internet и Internet-технологии. Сети Intranet и Web-технологии.

Оптимизация телекоммуникационных систем и сетей по совокупности показателей качества (включая технико-экономические).

### **Комплексное задание по программе «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» для проверки умений и владений (навыков) обучающихся**

#### **Задание № 1.**

1.1. Спроектировать волоконно-оптическую линию передачи, обеспечивающую связь между городами А и Б на расстоянии 120 км с общей (суммарной) скоростью передачи не менее 10 Гбит/с.

1.2. Обеспечить управляемое гибкое перераспределение трафика полностью оптическим способом на пути следования к городу С, считая, что между городами А и Б существует волоконно-оптическое ответвление к городу С на расстоянии 30 км от города А.

#### **Задание № 2.**

2.1. Спроектировать ВОЛП, обеспечивающую связь между городами А, Б, С и Д, расположенными на равных расстояниях, по кольцевой системе с общей длиной кольца 160 км и суммарной скоростью передачи не менее 600 Мбит/с.

2.2. Обеспечить возможность динамической маршрутизации трёх цифровых каналов (например, потоков Е1) на существующих узлах связи полностью оптическим способом, не допуская уплотнение методами TDM в общий групповой поток.

#### **Задание № 3.**

3.1. Спроектировать ВОЛП, обеспечивающие связь между городами А, Б, С, Д, Е и Ф, соединёнными по звездообразной системе с центром А и со средней длиной соединения 80 км. Скорость передачи в каждом соединении составляет не менее 600 Мбит/с.

3.2. Обеспечить усиление оптического сигнала без преобразования его в электронную форму на расстоянии 30 км от города Б не менее, чем на 30 дБм.

### Методика выполнения типового задания

На первом этапе выполнения задания следует разработать чертёж *схемы организации связи оптической*, на которой следует изобразить указанные сетевые узлы, заданную топологию и расположение полностью оптического активного компонента управления. Далее необходимо отобразить направление передачи информационных сигналов и сигналов управления (накачки) для всех активных волоконно-оптических компонентов. Если последние расположены не в узле, а на соединительной линии, то сигнал(ы) управления следует подавать из ближайшего узла. Далее необходимо произвести расчёт количества регенерационных участков по затуханию и по быстродействию. После чего схему следует дополнить усилителями и компенсаторами дисперсии. Затем следует уточнить расчёт с учётом добавившихся соединителей, выполнить расчёт энергетического потенциала для информационного сигнала сети и разработать *диаграмму распределения энергетического потенциала* для каждого заданного сетевого сегмента.

При переходе ко второй части задания следует выполнить краткий обзор волоконно-оптических устройств, обеспечивающих решение указанной телекоммуникационной задачи. После чего обосновать выбор<sup>1</sup> одного из устройств, изобразить его *структурную* либо *функциональную* схему и разработать *схему оптическую принципиальную* проектируемой сети. Затем необходимо произвести расчёт энергетического потенциала для используемых сигналов управления<sup>2</sup> (накачки). Следует помнить, что сигналы управления являются более мощными по сравнению с информационными сигналами, вследствие чего целесообразно использовать фильтры, аттенюаторы, изоляторы оптических сигналов, а в отдельных случаях – циркуляторы или поляризаторы. Если указанную телекоммуникационную задачу на базе известных устройств решить затруднительно, следует использовать их каскадное включение.

В качестве дополнительного задания кроме необходимых расчётов можно выполнить: оценку пропускной способности оптического волокна, надёжности волоконно-оптической сети, квантовой эффективности детектирования (в идеальном случае и при наличии шумов) и расчет порога чувствительности ПРОМ.

#### Расчет предельных длин участков регенерации

Длина регенерационного участка (РУ) определяется двумя параметрами: суммарным затуханием линии и дисперсией сигналов ОВ. Длину РУ с учетом только затухания оптического сигнала, т.е. потерь в ОВ, устройствах ввода оптического излучения (как правило, потерь в разъемных соединениях), неразъемных соединениях (сварных соединениях строительных длин кабеля) можно найти из формулы

$$A_{\text{ру}} - \mathcal{E} = \alpha \cdot l_r + A_p \cdot n_p + A_n \cdot n_n, \text{ [дБм]} \quad (1)$$

где  $A_{\text{ру}}$  – оптическая мощность затухания (уровень затухания) оптического сигнала на регенерационном участке, дБм;  $\mathcal{E}$  – энергетический потенциал системы передачи, дБ;  $\alpha$  – коэффициент затухания ОВ, дБ/км;  $l_r$  – длина регенерационного участка, км;  $A_p$ ,  $A_n$  – уровень затухания оптического сигнала на разъемном и неразъемном соединениях соответственно, дБ;  $n_p$ ,  $n_n$  – количество разъемных и неразъемных соединений ОВ на регенерационном участке.

Количество неразъемных соединений ОВ на длине РУ равно

$$n_n = \frac{l_r}{l_c} - 1, \quad (2)$$

где  $l_c$  – строительная длина ОК. Подставив (2) в (1) при нулевом значении  $A_{\text{ру}}$ , получим

$$\mathcal{E} = \alpha \cdot l_r + A_p \cdot n_p + A_n \cdot \left[ \frac{l_r}{l_c} - 1 \right]. \quad (3)$$

<sup>1</sup> Допускается спроектировать устройство самостоятельно, либо модернизировать известное устройство.

<sup>2</sup> На пути сигналов управления не следует располагать разветвители, либо выбирать их избирательными к длине волны, избегая тем самым потерь на разветвление.

Отсюда можно выразить длину регенерационного участка

$$l_r = \frac{\mathcal{E} - A_p \cdot n_p + A_H}{\alpha + A_H/l_c}. \quad (4)$$

Современные технологии позволяют получать такие значения уровней затухания, как  $A_p < 0,5$  дБм,  $A_H < 0,1$  дБм. Кроме того, на стандартном РУ количество разъемных соединений получается  $n_p = 6^3$ . Тогда можно найти максимальную длину РУ с учетом потерь на затухание в ОВ, потерь в устройствах ввода/вывода оптического сигнала (в разъемных соединителях), потерь в неразъемных сварных соединениях при монтаже строительных длин кабеля:

$$l_{r,\max,\alpha} = \frac{\mathcal{E} - \mathcal{E}_\mathcal{E} - A_p \cdot n_p + A_H}{\alpha + A_H/l_c}, \text{ [км]} \quad (5)$$

где  $\mathcal{E}_\mathcal{E}$  – энергетический (эксплуатационный запас) системы, необходимый для компенсации эффекта старения элементов аппаратуры и ОВ необходимо взять  $\mathcal{E}_\mathcal{E} = 6$  дБм. При проектировании оптической линии передачи энергетический потенциал системы рассчитывается как разность уровней средней мощности передачи и минимального уровня приема:  $\mathcal{E} = -3 - (-43) = 40$  дБм.

Таким образом, по формуле (5) можно вычислить максимальную длину регенерационного участка:

$$l_{r,\max,\alpha} = \frac{40 - 6 - 0,5 \cdot 6 + 0,1}{0,7 + 0,1/2} = 41,5 \text{ км}. \quad (6)$$

Длина РУ зависит также и от дисперсии сигнала в ОВ. Максимальная длина РУ с учетом дисперсионных свойств рассчитывается по следующей формуле:

$$l_{r,\max,\sigma} = \frac{0,25}{\sigma \cdot B} \cdot \text{[км]} \quad (7)$$

Ненормированный среднеквадратический параметр дисперсии  $\square$  можно определить по формуле

$$\sigma = 10^{-6} \square \Delta\lambda \square \sigma_H. \quad \text{[мкс/км]} \quad (8)$$

Зададимся в примере значением нормированного среднеквадратического параметра дисперсии  $\sigma_H = 3,5$  [пс/(нм·км)]; ширины полосы оптического излучения  $\Delta\lambda = 4,5$  нм. Тогда получаем, что  $\sigma = 15,75 \cdot 10^{-6}$  мкс/км. Здесь  $B$  – скорость передачи цифрового сигнала в линейном тракте, пусть она соответствует уровню синхронной сети SONET STS-1 и равна  $B = 42,240$  Мбит/с.

Подставляя значения  $\sigma$  и  $B$  в (7), находим:  $l_{r,\max,\sigma} = 375,8$  км. Таким образом, максимальная длина регенерационного участка составляет наименьшее значение из полученных: 41,5 км, что больше заданной стандартной длины РУ волоконно-оптической линии передачи, равной 40 км. Следовательно, на проектируемой линии имеется только один регенерационный участок.

### Расчет параметров быстродействия сети связи

Быстродействие системы определяется инертностью ее элементов и дисперсионными свойствами ОВ. Полное допустимое быстродействие системы характеризуется длительностью  $t_{d,\Sigma}$  и определяется скоростью передачи  $B$ , Мбит/с, способом модуляции оптического излучения, типом линейного кода и определяется по формуле

$$t_{d,\Sigma} = \frac{\beta}{B}, \text{ [нс]} \quad (8)$$

<sup>3</sup> Это следует из требований о количестве подсоединений вспомогательных видов оборудования.

где  $\beta$  – коэффициент, учитывающий характер линейного сигнала (вид линейного кода), и равен 0,7 для кода NRZ. Общее ожидаемое быстродействие характеризуется длительностью  $t_{o,\Sigma}$  и определяется по формуле

$$t_{o,\Sigma} = 1,111 \cdot \sqrt{t_{OM}^2 + t_{POM}^2 + t_{OB}^2}, \text{ [нс]} \quad (9)$$

где  $t_{OM}$  – характеризует быстродействие передающего оптического модуля (ПОМ), зависящее от скорости передачи информации и типа источника излучения,  $t_{POM}$  – быстродействие приемного оптического модуля (ПРОМ), определяемого скоростью передачи информации и типом фотодетектора,  $t_{OB}$  – связано с уширением импульса на длине РУ:  $t_{OB} = \sigma \cdot l_r$ . Допустимое быстродействие системы должно быть не меньше:

$$t_{d,\Sigma} = \frac{0,7}{42,24} = 16,57 \text{ нс}. \quad (10)$$

Пусть в нашем примере параметры быстродействия модулей ПОМ и ПРОМ соответственно равны 1 нс и 0,8 нс (выбраны распространённые значения). Для создания запаса по надежности следует использовать  $l_{r,\max} = 41,5$  км. Тогда в соответствии с (9) получаем:  $t_{OB} = 15,75 \cdot 10^{-6} \cdot 41,5 = 0,00065$  нс,

$$\text{и } t_{o,\Sigma} = 1,111 \cdot \sqrt{1^2 + 0,8^2 + 0,00065^2} = 1,42, \text{ нс}. \quad (11)$$

Величина  $\Delta t = t_{d,\Sigma} - t_{o,\Sigma}$  называется запасом по быстродействию и в рассматриваемом случае равна  $\Delta t = 16,57 - 1,42 = 15,15$  нс.

### Расчет затухания в соединителях оптических волокон

Уровень оптической мощности, поступающей на вход ПРОМ, зависит от энергетического потенциала системы, потерь мощности в ОБ, потерь мощности в разъемных и неразъемных соединителях. Последние применяются для разветвления сигнала, а также при подсоединении строительных длин ОК, составляющих линейные сегменты. Потери мощности в неразъемном соединении нормируются и должны составлять не более 0,1 дБм на каждое соединение. Потери в разъемном соединителе нормируются и не должны превышать 0,5 дБм на каждое соединение. Оценочный расчёт для потерь в разъемном соединителе выполняется на основе следующей суммы:

$$A_p = \sum_{i=1}^N a_i, \quad i = 1, 2, 3, 4, \quad (12)$$

где  $a_1$  – потери радиального смещения ОБ в соединителе (рис. 1);  $a_2$  – потери на угловое рассогласование ОБ (рис. 2);  $a_3$  – потери на осевое рассогласование ОБ (рис. 3);  $a_4$  – неучтенные потери.

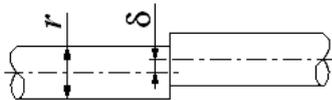


Рис. 1. Радиальное смещение ОБ

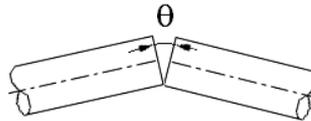


Рис. 2. Угловое рассогласование ОБ

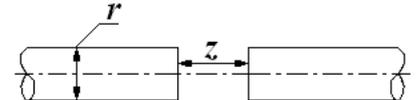


Рис. 3. Осевое рассогласование ОБ

Потери вследствие радиального смещения в одномодовых ОБ рассчитываются по формуле

$$a_1 = -10 \cdot \lg \left[ \exp \left( -\delta^2 / r^2 \right) \right], \text{ [дБм]}, \quad (13)$$

где  $\delta$  – величина максимального радиального смещения двух ОБ на стыке, обычно берут  $\delta = 1,52$  мкм;  $r$  – параметр, определяющий диаметр светлого модового пятна, который принимают равным диаметру световедущей части, и  $r = 10$  мкм. Потери вследствие углового рассогласования ОБ следует принять  $a_2 = 0,35$  дБм.

Потери вследствие осевого рассогласования определяются

$$a_3 = -10 \cdot \lg \left[ 1 - \theta_A \cdot \operatorname{tg} \left( \frac{Z}{2 \cdot r} \right) \right], \text{ [дБм]} \quad (14)$$

где  $Z$  – максимальное расстояние между торцами ОВ,  $\theta_A$  – апертурный угол. Для одномодовых ОВ можно принять следующие максимальные значения:  $Z = 2,95$  мкм,  $\theta_A = 3,96$  рад. Неучтенные потери в разъемном соединителе следует принимать равными  $a_4 = 0,01$  дБм. Тогда для рассматриваемого примера будет справедливо:

$$a_1 = -10 \cdot \lg \left[ \exp \left( -1,52^2 / 10^2 \right) \right] = 0,1 \text{ дБм}, \quad a_2 = 0,35 \text{ дБм},$$

$$a_3 = -10 \cdot \lg \left[ 1 - 3,96 \cdot \operatorname{tg} \left( \frac{2,95}{2 \cdot 10} \right) \right] = 0,04 \text{ дБм, и} \quad a_4 = 0,01 \text{ дБм.} \quad (15)$$

Действительно, в результате расчётов установлено, что в разъемном соединителе уровень потерь не превышает значение  $A_p = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 \leq 0,5$  дБм, а в неразъемных соединениях, для которых актуально только радиальное смещение – не более  $A_n \leq 0,1$  дБм.

### Расчёт распределения энергетического потенциала

Перед выполнением расчетов для каждой соединительной линии, регенерационного участка или сегмента сети рекомендуется составить таблицу (вида табл. 1) с исходными данными для расчета распределения энергетического потенциала по длине ВОЛП.

Таблица 1. Пример исходных данных для расчета распределения Э.

Параметры	Обозначение	Единицы измерений	Значение параметра
1. Уровень мощности передачи оптического сигнала	$P_{\text{пер}}$	дБм	-3
2. Минимальный уровень мощности приема	$P_{\text{пр.min}}$	дБм	-43
3. Энергетический потенциал ВОСП	$\mathcal{E}$	дБм	40
4. Длина РУ между пунктами	$l_{\text{ру}}$	км	2,68
5. Строительная длина ОК	$l_c$	км	2
6. Количество строительных длин ОК на РУ	$n_c$	–	1,5
7. Количество разъемных соединителей на РУ	$n_p$	–	6
8. Затухание оптического сигнала на разъемном соединителе	$A_p$	дБм	0,5
9. Количество неразъемных соединений ОВ на РУ	$n_n$	–	1
10. Затухание оптического сигнала на неразъемном соединении	$A_n$	дБм	0,1
11. Коэффициент затухания ОВ	$\alpha$	дБм, дБ	0,7

В случае проектирования кольцевой линии расчет ведется по всему кольцу, начиная от выхода одной станции и заканчивая входом той же станции с противоположной стороны. В системах абонентского доступа в технических данных приводятся уровень передачи  $P_{\text{пер}}$  и энергетический потенциал  $\mathcal{E}$ . Тогда минимальный уровень приема можно рассчитать по формуле:

$$P_{\text{пр.min}} = P_{\text{пер}} - \mathcal{E}. \quad (16)$$

Для магистральных транспортных систем в технических данных приводятся обычно два уровня передачи:  $P_{\text{пер.max}}$  и  $P_{\text{пер.min}}$ . При малых длинах РУ, в частности, при проектировании городских сетей, рекомендуется выбирать уровень  $P_{\text{пер.min}}$  и режим работы на длине волны 1,3 мкм, что минимизирует перегрузку приемных усилителей.

При больших длинах РУ и проектировании междугородных линий рекомендуется выбирать уровень  $P_{\text{пер.max}}$  и работу на длине волны 1,55 мкм. В случае, когда нет необходимости

использовать промежуточные регенерационные пункты, рекомендуется выбирать режим работы ПОМ с оптическим усилителем и ПРОМ – с оптическим преусилителем.

Пусть кольцевая сеть города охватывает АМТС – АТС-1 – АТС-2 – АТС-3 – АТС-4 – АТС-5 – АМТС. Пример расчёта приведём для участка АМТС – АТС-1. Следует рассчитывать уровень мощности приема на АТС-1, общее затухание на оптической соединительной линии АМТС – АТС-1, а также уровни оптического сигнала после каждого соединения. Пусть уровень передачи оптического сигнала на выходе АМТС составляет  $P_{пер} = -3$  дБм.

Уровень мощности сигнала после первого разъемного соединителя (РС):

$$P_{p1} = P_{пер} - A_p = -3 - 0,5 = -3,5 \text{ дБм.} \quad (17)$$

Уровень сигнала после первого неразъемного соединителя (НС) стационарного оптического кабеля и линейного ОК:

$$P_{p1} = P_{p1} - A_n = -3,5 - 0,1 = -3,6 \text{ дБм.} \quad (18)$$

Уровень сигнала на позиции 1,5 км [1]:

$$P_{n2} = P_{n1} - l_c \cdot \alpha - A_n = -3,6 - 1,5 \cdot 0,7 - 0,1 = -4,75 \text{ дБм.} \quad (19)$$

Уровень сигнала после второго НС и стационарного ОК

$$P_{n3} = P_{n2} - l_c \cdot \alpha - A_n = -4,75 - 1,18 \cdot 0,7 - 0,1 = -5,676 \text{ дБм.} \quad (20)$$

Уровень сигнала после второго РС на АТС-1:

$$P_{p2} = P_{n3} - A_p = -5,676 - 0,5 = -6,176 \text{ дБм.} \quad (21)$$

Уровень сигнала после второго РС является уровнем приема на АТС-1 и составляет:

$$P_{пр} = P_{p2} = -6,176 \text{ дБм.} \quad (22)$$

Общее затухание на оптической линии АМТС – АТС-1 составляет:

$$A_{py} = P_{пер} - P_{пр} = -3 - (-6,176) = 3,176 \text{ дБм.} \quad (23)$$

По результатам расчетов можно сделать вывод, что затухание на оптической линии значительно меньше энергетического потенциала ВОСП, принятого  $\mathcal{E} = 40$  дБм. Приемные усилители обычно имеют устройства автоматического регулирования уровня (АРУ), которые при малых длинах РУ уменьшают усиление, что равноценно дополнительному затуханию сигнала на величину:

$$A_{АРУ} = \mathcal{E} - a_3 - A_{py} = 40 - 6 - 3,176 = 30,824 \text{ дБм,} \quad (24)$$

где  $a_3$  – эксплуатационный запас системы, равный 6 дБм.

Рассчитанный уровень приема не должен быть больше максимально возможного уровня приема, но и не должен быть ниже минимально возможного уровня приема:

$$P_{пр.min} \leq P_{пр} \leq P_{пр.max}. \quad (25)$$

Аналогичные расчеты выполняются для всех других соединительных линий. Результаты расчетов сведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты расчетов распределения энергетического потенциала

Параметр	Ед. изм.	АМТС-АТС-1	АТС-1АТС-2	АТС-2АТС-3	АТС-3АТС-4	АТС-4АТС-5	АТС-5 - АМТС
$A_{py}$	дБм	3,176	7,3	5,9	4,5	2,7	3
$P_{пр}$	дБм	-6,176	-11,3	-9,9	-8,5	-6,7	-7
$l_{py}$	км	2,68	8,14	6,38	4,42	2,06	2,51

Если имеет место разветвление, например, деревообразное соединение, следует учитывать так называемые потери на разветвление [2]. В большинстве случаев разветвление производится с равными долями, вследствие чего снижение энергетического потенциала сигнала в разветвителе обратно пропорционально снижению потенциала выходных полюсов последнего. Т.е. при наличии Y-разветвителя вида 1×2 энергетический потенциал сигнала снизится в два раза. Это весьма значительный фактор потерь, следовательно, в большинстве случаев необходимо ориентироваться на включение дополнительного усилителя перед разветвителем.

Диаграмма распределения энергетического потенциала для приведенного примера приведена на рис. 4. Таким образом, уровни оптического сигнала в точках приема должны быть

больше минимально возможного, но меньше максимально возможного из уровней, приводимых в технических данных ВОСП.

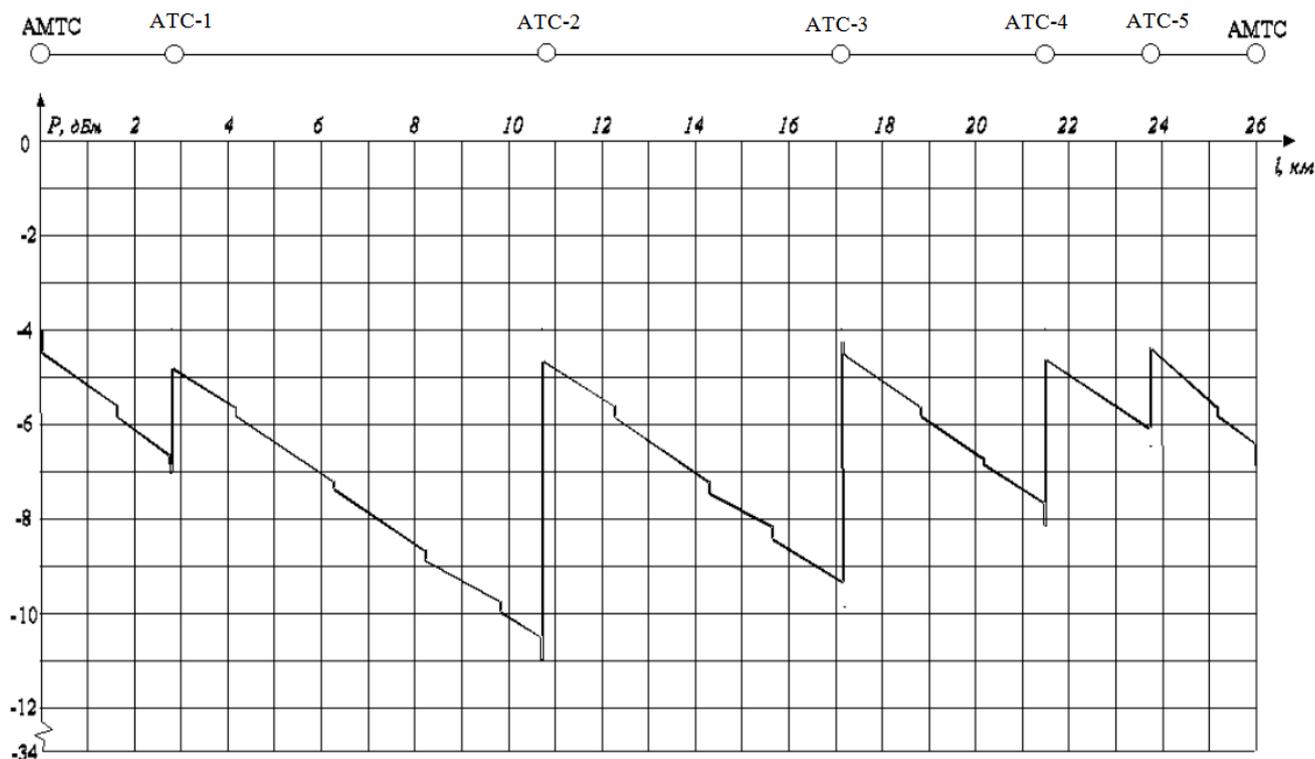


Рис. 4. Диаграмма распределения энергетического потенциала

## 2.2 Критерии выставления оценок на государственном экзамене

**ОТЛИЧНО** – соответствует глубоким, исчерпывающим знаниям всего программного материала, пониманию сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений; в этом случае: знания логически последовательные, содержательные, полные, правильные и конкретные ответы на все вопросы и задачи экзаменационного билета при четком изображении и грамотном чтении схем и графиков; в ответах на вопросы использованы материалы рекомендуемой литературы. Знания и умения студента должны соответствовать требуемому уровню универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

**ХОРОШО** – соответствует твердым и достаточно полным знаниям всего программного материала, правильному пониманию сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений; в этом случае: ответы на поставленные вопросы и задачи последовательные, правильные и конкретные при наличии замечаний по отдельным вопросам; четкое изображение и грамотное чтение схем и графиков. Знания и умения студента должны соответствовать требуемому уровню универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

**УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО** – соответствует твердому пониманию основных вопросов программы; в этом случае: ответы на поставленные вопросы и задачи правильные и конкретные без грубых ошибок при наличии неточностей и несущественных ошибок в освещении отдельных положений; наличие ошибок в изображении и чтении схем, графиков; при ответах на вопросы основная рекомендованная литература использована недостаточно. Знания студента соответствуют требуемому уровню универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

**НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО** – соответствует: неправильным ответам на вопросы и задачи, допуску грубых ошибок в ответе, имеют место непонимание сущности излагаемых вопросов. Уровень универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций студента не соответствует установленным требованиям.

### 2.3 Порядок проведения экзамена

В соответствии с ОПОП по образовательной программе *Системы, сети и устройства телекоммуникаций* по направлению подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации *11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи* итоговый государственный экзамен предусмотрен в 8 семестре.

Сдача итогового государственного экзамена проводится в письменной форме на открытом заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению *11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи*.

Индивидуальные квалификационные задания, выдаваемые каждому экзаменуемому по программе «Системы, сети и устройства телекоммуникаций», содержат три задания, из которых два теоретических вопроса (по одному вопросу из частей 1 и 2 перечня теоретических вопросов) и одно комплексное задание. На выполнение индивидуального квалификационного задания отводится 4 академических часа.

На экзамене экзаменуемым разрешается пользоваться справочной литературой, рекомендованной кафедрой, и техническими средствами для расчета.

### 2.4 Рекомендуемая литература

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2000.
2. Тихонов В.И. Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 1991.
3. Ярлыков М.С. Миронов М.А. Марковская теория оценивания случайных процессов. М.: Радио и связь, 1993.
4. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для ВУЗов. Под ред. Д.И. Воскресенского. М.: Изд-во МАИ, 1999.
5. Теория электрической связи: Учебник для вузов / Под ред. Д.Д. Кловского. М.: Радио и связь, 1998.
6. Системы и сети передачи информации: Учебное пособие для вузов / Под ред. Р.Б. Мазепы. М.: Изд-во МАИ, 2001.
7. Основы радиоуправления: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.А. Вейцеля. М.: Радио и связь, 1995.
8. Цифровые радиоприемные системы: Справочник / Под ред. М.И. Жодзишского. М.: Радио и связь, 1990.
9. Справочник по спутниковым системам. М.: Радио и связь, 1994.
10. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теория: Справочник / Под ред. Я.Д. Ширмана. М.: ЗАО [МАКВИС], 1998.
11. Андрианов В., Соколов А. Средства мобильной связи. ВНУ-Санкт-Петербург, 1998.
12. Герасименко В.А., Малюк А.А. Основы защиты информации: Учебник для вузов. М.: Изд-во ООО Инкомбанк, 1997.
13. Чижухин Г.Н. Основы защиты информации в вычислительных системах и сетях ЭВМ: Учебное пособие для вузов. Изд-во Пензенского госуниверситета, 2001.
14. Карташевский В.Г., Семенов С.П., Фирстова Т.В. Сети подвижной связи. М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2001.
15. Радиотехнические системы передачи информации: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.В. Калмыкова. М.: Радио и связь, 1990.

### 3 Требования к выпускной научно-квалификационной работе

По итогам выпускной квалификационной работы проверяется степень освоения выпускником следующих компетенций:

Код	Содержание
<b>Универсальные компетенции (УК)</b>	
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
УК-2	Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.
УК-3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.
УК-4	Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках.
УК-5	Способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности.
УК-6	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.
<b>Общепрофессиональные компетенции (ОПК)</b>	
ОПК-1	Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности.
ОПК-2	Владение культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.
ОПК-3	Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности.
<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>	
ПК-1	Способность применять современные методы расчёта параметров систем связи, основанные на физическом (натурном), математическом и виртуальном методах моделирования, а также принципы решения научно-технических задач в области оптимизации параметров телекоммуникационных систем в теоретических и прикладных аспектах, возникающих в последующей профессиональной деятельности выпускников технического университета.
ПК-2	Способность к широкому пониманию базовых принципов построения многоканальных телекоммуникационных систем и сетей общего назначения, изучению основных видов преобразования сигналов и особенностей их передачи по каналам и трактам систем связи, а также способность к цельному представлению о современных телекоммуникационных системах и сетях, их устройстве, основах построения важнейших элементов, тенденциях и перспективах развития, способностью работать с технической, справочной литературой и специальной измерительной аппаратурой, и применять теоретические знания при оценке работоспособности телекоммуникационных систем и сетей.
ПК-3	Готовность к проектированию, строительству и техническому сопровождению сетей передачи данных с использованием перспективных сетевых технологий, а также способность к пониманию современных сетевых технологий, самостоятельному проектированию сетей передачи информации, с установкой параметров сетевых устройств, отладкой и тестированием сетевого оборудования
ПК-4	Способность к пониманию основ и принципов построения современной микропроцессорной техники и готовность к использованию процессоров в инфокоммуникационных системах.

### **3.1 Вид научно-квалификационной работы**

Представление основных результатов выполненной научно-квалификационной работы (НКР) по теме, утвержденной организацией в рамках направленности образовательной программы, проводится в форме научного доклада. После завершения подготовки обучающимся НКР его научный руководитель дает письменный отзыв о выполненной НКР обучающегося (далее – отзыв). Научно-квалификационные работы подлежат внутреннему и внешнему рецензированию. Рецензенты в сроки, установленные организацией, проводят анализ и представляют в организацию письменные рецензии на указанную работу (далее – рецензия). Для проведения внутреннего рецензирования НКР организацией, в которой выполнялась указанная работа, назначаются два рецензента из числа научно-педагогических работников структурного подразделения организации по месту выполнения работы, имеющих ученые степени по научной специальности (научным специальностям), соответствующей теме НКР. Организация обеспечивает проведение внешнего рецензирования НКР, устанавливает число внешних рецензентов по соответствующему направлению подготовки и требования к уровню их квалификации. Перед представлением научного доклада об основных результатах научно-квалификационной работы в сроки, установленные организацией, указанная работа, отзыв научного руководителя и рецензии передаются в государственную экзаменационную комиссию. Председатель государственной экзаменационной комиссии назначается из числа лиц, не работающих в данной организации, имеющих ученую степень доктора наук (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) по научной специальности, соответствующей направлению подготовки обучающегося. В состав государственной экзаменационной комиссии включаются не менее 6 человек из числа лиц, относящихся к профессорско-преподавательскому составу, и (или) научных работников данной организации и (или) иных организаций, имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) по отрасли науки, соответствующей направлению подготовки обучающегося, из них не менее 3 человек - по соответствующей научной специальности (научным специальностям). Среди членов государственной экзаменационной комиссии должно быть не менее 2 человек, имеющих ученую степень доктора наук, один из которых должен иметь ученое звание профессора или доцента, участвующих в реализации образовательной программы по соответствующему направлению подготовки.

### **3.2 Структура научно-квалификационной работы и требования к ее содержанию**

Требования к содержанию, объему, структуре и оформлению выпускной научно-квалификационной работы определяются с учетом требований и критериев, установленным для НКР (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 05.12.13 Системы, сети и устройства телекоммуникаций. НКР должна быть оформлена в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Министерством образования и науки Российской Федерации.

Системы, сети и устройства телекоммуникаций – область науки и техники, использующая различные каналы и линии связи в виде устройств, систем или сетей для единичного, группового, регионального и глобального информационного обмена, включающая исследования, разработку, проектирование и эксплуатацию сетей, систем и устройств, обеспечивающих абоненту обмен информацией с другими абонентами, при этом абонент является не только пользователем, но и оператором процесса обмена в системах и сетях. Специальность отличается тем, что содержит научные, технические и технологические разработки сетей, систем и устройств телекоммуникаций различного типа, включая космические, в том числе радиотехнические, акустические, лазерные, волоконно-оптические и др. Специальность включает вопросы исследования и создания теории новых физических явлений, разработки новых принципов построения и работы систем, сетей, устройств, включая их элементы, материалы и компоненты, для генерации, передачи, приема, преобразования,

защиты и отображения информации, новых методов их проектирования и новых технологических процессов их создания и обеспечения эффективного функционирования. Комплексное решение научных и технических проблем, задач и вопросов организации сетей, систем и устройств телекоммуникаций состоит в создании новых принципов и методов информационного обмена и разработке соответствующей аппаратуры.

Области исследований:

1. Исследование новых физических процессов и явлений, позволяющих повысить эффективность работы сетей, систем и устройств телекоммуникаций.

2. Исследование процессов генерации, представления, передачи, хранения и отображения аналоговой, цифровой, видео-, аудио- и мультимедиа информации; разработка рекомендаций по совершенствованию и созданию новых соответствующих алгоритмов и процедур.

3. Разработка эффективных путей развития и совершенствования архитектуры сетей и систем телекоммуникаций и входящих в них устройств.

4. Исследование путей совершенствования управления информационными потоками.

5. Развитие и разработка новых методов дифференцированного доступа абонентов к ресурсам сетей, систем и устройств телекоммуникаций.

6. Развитие операционной среды, формирующей единство, синергетичность и адаптивность телекоммуникаций.

7. Исследование влияния баллистической конфигурации спутниковых систем связи на показатели эффективности работы телекоммуникаций, совершенствование пространственно-временного распределения спутников на орбитах.

8. Исследование и разработка новых сигналов, модемов, кодеков, мультиплексоров и селекторов, обеспечивающих высокую надежность обмена информацией в условиях воздействия внешних и внутренних помех.

9. Исследование, совершенствование и разработка новых принципов организации баз данных и знаний, а также методов их проектирования.

10. Исследование и разработка новых методов защиты информации и обеспечение информационной безопасности в сетях, системах и устройствах телекоммуникаций.

11. Разработка научно-технических основ технологии создания сетей, систем и устройств телекоммуникаций и обеспечения их эффективного функционирования.

12. Разработка методов эффективного использования сетей, систем и устройств телекоммуникаций в различных отраслях народного хозяйства.

13. Разработка методов совмещения телекоммуникационных, измерительных и управляющих систем.

14. Разработка методов исследования, моделирования и проектирования сетей, систем и устройств телекоммуникаций.

Специальность 05.12.13 Системы, сети и устройства телекоммуникаций не включает: исследований общих физических свойств различных сред, средств излучения и приема сигналов разных диапазонов волн, разработки теории, принципов функционирования и конструирования элементов и компонент устройств телекоммуникаций, разработки теории и техники излучения и распространения волн в различных средах, исследования принципов построения систем радионавигации, радиолокации, радиоуправления и систем радиоэлектронной борьбы.

Научно-квалификационная работа оформляется в виде рукописи и имеет следующую структуру:

1. Титульный лист.

2. Оглавление.

3. Текст научно-квалификационной работы, включающий в себя введение, основную часть, заключение, список литературы.

Текст научно-квалификационной работы также может включать список сокращений и условных обозначений, словарь терминов, список иллюстративного материала, приложения.

Введение к научно-квалификационной работе включает в себя актуальность избранной темы, степень ее разработанности, цели и задачи, научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы, методологию и методы научного исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробацию результатов.

В основной части текст научно-квалификационной работы подразделяется на главы и параграфы или разделы и подразделы, которые нумеруются арабскими цифрами.

В заключении научно-квалификационной работы излагаются итоги выполненного исследования, рекомендации, перспективы дальнейшей разработки темы.

### **3.3 Порядок защиты научно-квалификационной работы**

Защита выпускной НКР осуществляется публично на заседании Государственной экзаменационной комиссии в 8 семестре.

### **3.4 Критерии выставления оценок (соответствия уровня подготовки выпускника требованиям ФГОС ВО)**

Результаты представления научного доклада по выполненной НКР определяются оценками «зачтено», «не зачтено». Оценка «зачтено» означает успешное прохождение государственного аттестационного испытания. По результатам представления научного доклада об основных результатах подготовленной НКР организация дает заключение, в соответствии с пунктом 16 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации 16 от 24 сентября 2013 г. № 842 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, № 40, ст. 5074; 2014, № 32, ст. 4496).

Оценка «Зачтено» выставляется за работу, соответствующую критериям, установленным для научно-квалификационной работы на соискание ученой степени кандидата наук в соответствие с требованиями, устанавливаемыми Постановлением Правительства Российской Федерации 16 от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней»:

- в работе должно содержаться решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны;

- диссертация должна быть написана аспирантом самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствовать о личном вкладе автора в науку;

- предложенные автором решения должны быть аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями;

- в диссертации, имеющей прикладной характер, должны приводиться сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов, а в диссертации, имеющей теоретический характер - рекомендации по использованию научных выводов;

- основные научные результаты должны быть опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Аспирант должен в процессе доклада показать полное или в целом сформированное знание, полностью сформированное или в целом сформированное умение и владение соответствующих компетенций.

Оценка «Не зачтено» выставляется, если научно-квалификационная работа не соответствует полностью или частично перечисленным выше критериям и / или аспирант показывает фрагментарные знания (или их отсутствие), частично освоенное умение (или его отсутствие), фрагментарное применение навыка (или его отсутствие) соответствующих компетенций.

Особенности проведения государственных аттестационных испытаний с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий определяются

локальными нормативными актами организации на основании настоящего Порядка. При проведении государственных аттестационных испытаний с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий организация обеспечивает идентификацию личности обучающихся и контроль соблюдения требований, установленных указанными локальными нормативными актами.

#### **4 Порядок проведения апелляции**

По результатам государственных аттестационных испытаний обучающийся имеет право на апелляцию. Обучающийся имеет право подать в апелляционную комиссию в письменном виде апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания. Регламент назначения апелляционной комиссии, сроков подачи на апелляцию, регламент работы апелляционной комиссии и проведения самой процедуры апелляции определяется Положением о государственной итоговой аттестации научно-педагогических кадров высшей квалификации (аспирантура) ФГБОУ ВПО УГАТУ.

#### **5 Проведение ГИА для лиц с ОВЗ**

Проведение ГИА для обучающихся инвалидов и лиц с ОВЗ осуществляется с учетом рекомендованных условий обучения для инвалидов и лиц с ОВЗ. В таком случае требования к процедуре проведения и подготовке итоговых испытаний должны быть адаптированы под конкретные ограничения возможностей здоровья обучающегося, для чего должны быть предусмотрены специальные технические условия.

При проведении государственной итоговой аттестации обеспечивается соблюдение следующих общих требований: проведение государственной итоговой аттестации для лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся при прохождении государственной итоговой аттестации; присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с членами государственной экзаменационной комиссии); пользование необходимыми обучающимся техническими средствами при прохождении государственной итоговой аттестации с учетом их индивидуальных особенностей; обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже, наличие специальных кресел и других приспособлений).

В зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся с ограниченными возможностями здоровья образовательная организация обеспечивает выполнение следующих требований при проведении государственного аттестационного испытания: а) для слепых: задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту; при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, 10 компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых; б) для слабовидящих: задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются увеличенным шрифтом; обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300

люкс; при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся; в) для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи: обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в письменной форме; г) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей): письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в устной форме.