**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

**УТВЕРЖДАЮ**
**Проректор по УР**
**_____ П. Е. Троян**
«___» _____ 2016 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Направляющие среды

(наименование учебной дисциплины)

**Уровень основной образовательной программы** _____бакалавриат_____
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

**Направление(я) подготовки** 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
(номер.уровень, полное наименование направления подготовки (специальности))

**Профиль(и) _____** Системы мобильной связи
_____Системы радиосвязи и радиодоступа_____
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности) из ПООП)

**Форма обучения _____**очная_____
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

**Факультет _____**РТФ_____
(сокращенное и полное наименование факультета)

**Кафедра _____**РТС__ТОР_____
(сокращенное и полное наименование кафедры)

**Курс ____4_____** **Семестр_____7_____**

**Учебный план набора 2013, 2014,2015 годов.**

**Распределение рабочего времени:**

| № | Виды учебной работы | Семестр 7 | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Лекции | 16 | 16 | часов |
| 2. | Лабораторные работы | 12 | 12 | часов |
| 3. | Практические занятия | 12 | 12 | часов |
| 4. | Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная) | | | часов |
| 5. | Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4) | 40 | 40 | часов |
| 6. | Из них в интерактивной форме | 8 | 8 | часов |
| 7. | Самостоятельная работа студентов (СРС) | 32 | 32 | часов |
| 8. | Всего (без экзамена) (Сумма 5,7) | 72 | 72 | часов |
| 9. | Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена | | | часов |
| 10. | Общая трудоемкость (Сумма 8,9) | 72 | 72 | часов |
| | (в зачетных единицах) | 2 | 2 | ЗЕТ |

**Зачет _____7_____семестр**

**Томск 2016**

Согласована на портале № 5424

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 8 от « 28 » 4 2016 г.

**Лист согласований**

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи (уровень бакалавриата)", утвержденного Приказом Минобрнауки России 06 марта 2015 г. №174, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «28» апреля 2016 г., протокол № 8

**Разработчики**

Доц. кафедры СВЧиКР _____ А.С. Перин
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. кафедрой СВЧиКР _____ С.Н. Шарангович
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ _____ К.Ю. Попова
(название факультета) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. профилирующей и выпускающей кафедрой ТОР _____ А.Я. Демидов
(название кафедры) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. выпускающей кафедрой РТС _____ С.В. Мелихов
(название кафедры) (подпись) (Ф.И.О.)

**Эксперты:**

ТУСУР, каф.ТОР, доцент _____ С.И. Богомолов

Проф. кафедры СВЧиКР _____ А.Е. Мандель
(место работы, занимаемая должность) (подпись) (Ф.И.О.)



Согласована на портале № 5424

**1. Цели и задачи дисциплины:**

Целью дисциплины «Направляющие среды» является изучение направляющих сред электросвязи, их технических характеристик и принципов проектирования линий связи на их основе.

Основная задача дисциплины – изучение теории, конструкций и передаточных характеристик направляющих сред передачи информации с целью применения их на магистральных, зоновых и городских сетях связи в соответствии с их пропускной способностью.

Кроме того, целью преподавания дисциплины является ознакомление студентов с российскими и международными стандартами и нормативными документами в области телекоммуникаций и перспективами развития направляющих сред электросвязи.

**2. Место дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина по выбору вариативной части блока дисциплин. Для изучения курса требуется знание дисциплин: «Теория электрических цепей», «Электроника», «Общая теория связи», «Схемотехника телекоммуникационных устройств», «Вычислительная техника и информационные технологии», «Цифровая обработка сигналов», «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей».

В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для курсов: «Сети и системы мобильной связи», «Устройства преобразования и обработки информации систем мобильной связи».

**3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- готовностью к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (ПК-12)
- способностью организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов (ПК-18);

В результате изучения дисциплины студент должен:

***Знать:***

- основные принципы построения первичных сетей электросвязи, конструкции и технические характеристики направляющих сред электросвязи (ПК-12)
- метрологические принципы инструментальных измерений, используемых в области инфокоммуникационных сетей (ПК-18)

***Уметь:***

- использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (ПК-12)
- определять и измерять передаточные характеристики направляющих сред электросвязи (ПК-18)

***Владеть:***

- методикой решения задач, связанных с разработкой, проектированием, строительством и эксплуатацией направляющей среды электросвязи на основе действующих нормативных документов (ПК-12).
- теоретическими и экспериментальными методами исследования с целью освоения новых перспективных направляющих сред передачи (ПК-18).

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр |
|---|---|---|
| | | |



Согласована на портале № 5424

| | | |
|---|---|---|
| **Аудиторные занятия (всего)** | 40 | 40 |
| В том числе: | - | - |
| Лекции | 16 | 16 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 12 | 12 |
| Практические занятия (ПЗ) | 12 | 12 |
| Семинары (С) | - | - |
| Коллоквиумы (К) | - | - |
| Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка) | - | - |
| *Другие виды аудиторной работы* | - | - |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 32 | 32 |
| В том числе: | - | - |
| Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа) | - | - |
| Расчетные задания | | |
| Реферат | | |
| *Другие виды самостоятельной работы* | - | - |
| Подготовка к аттестации | 4 | 4 |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) | зачет | зачет |
| Общая трудоемкость час | 72 | 72 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 2 | 2 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лекции | Лаборат. занятия | Практич. занятия. | Курсовой П/Р (КРС) | Самост. работа студента | Всего час. (без экзам) | Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Современная электрическая связь и построение сетей электросвязи | 2 | | | | 4 | 6 | ПК-12, ПК-18 |
| 2. | Основные положения электродинамики направляющих систем | 2 | | | | 4 | 6 | ПК-12, ПК-18 |
| 3. | Коаксиальный кабель | 2 | 4 | 2 | | 3 | 11 | ПК-12, ПК-18 |
| 4. | Симметричные линии связи | 2 | 4 | 2 | | 3 | 11 | ПК-12, ПК-18 |
| 5. | Физические основы передачи света по оптическим волокнам | 2 | | 4 | | 4 | 10 | ПК-12, ПК-18 |
| 6. | Характеристики стандартных оптических волокон | 1 | | | | 2 | 3 | ПК-12, ПК-18 |
| 7. | Волоконно-оптические кабели и пассивные компоненты ВОЛС | 1 | 4 | 2 | | 4 | 11 | ПК-12, ПК-18 |
| 8. | Проектирование ВОЛС | 2 | | 2 | | 4 | 8 | ПК-12, ПК-18 |
| 9. | Структурированные кабельные системы | 2 | | | | 4 | 6 | ПК-12, ПК-18 |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

| № п/п | Наименование разделов | Содержание разделов | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК) |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Современная электрическая связь и построение сетей электросвязи | Общие принципы построения сетей электросвязи РФ. Первичная и вторичная сети связи. Основные виды кабельных линий связи, используемые в магистральных, внутризоновых и местных сетях связи . Их достоинства и недостатки по сравнению с радиолиниями. | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 2. | Основные положения электродинамик и направляющих систем | Исходные уравнения электродинамики. Электромагнитное поле и его характеристики. Энергия электромагнитного поля. Электромагнитные процессы в проводниках и диэлектриках. Поверхностный эффект. Направляемые электромагнитные волны. Исходные принципы расчета направляющих систем. | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 3. | Коаксиальный кабель | Электромагнитные процессы в коаксиальной цепи. Первичные параметры коаксиального кабеля (КК). Вторичные параметры передачи коаксиальных кабелей. | 2 | ПК-12, ПК-18 |



Согласована на портале № 5424

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Оптимальные соотношения диаметров проводников коаксиальной цепи. Конструктивные неоднородности в коаксиальных кабелях. Виды коаксиальных кабелей. Расчет длины регенерационного участка коаксиального кабеля. | | |
| 4. | Симметричные линии связи | Электромагнитные процессы в симметричных кабелях. Первичные параметры симметричной цепи. Вторичные параметры симметричных кабелей (СК). Электромагнитные влияния между симметричными цепями. Принципы нормирования величин переходного затухания. Виды симметричных кабелей. Расчет регенерационного участка симметричного кабеля. Сеть абонентского доступа на медных кабелях. | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 5. | Физические основы передачи света по оптическим волокнам | Типы оптических волокон и их конструкция. Лучевой анализ распространения излучения в оптическом волокне. Волновой анализ распространения излучения в оптическом волокне. Затухание света в ОВ. Дисперсия. | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 6. | Характеристики стандартных оптических волокон | Многомодовые оптические волокна. Одномодовые оптические волокна: Стандартное одномодовое оптическое волокно; Одномодовые оптические волокна в соответствии с рек. МСЭ-Т (G.651 – G.657). | 1 | ПК-12, ПК-18 |
| 7. | Волоконно-оптические кабели и пассивные компоненты ВОЛС | Классификация ОК. Конструкция и маркировка ОК. Пассивные компоненты ВОЛС. Соединители оптических волокон. Распределители оптического излучения. | 1 | ПК-12, ПК-18 |
| 8. | Проектирование ВОЛС | Технические характеристики активных компонент ВОЛС. Проектирование магистральных, зоновых, городских линий связи. | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 9. | Структурированные кабельные системы | Основные определения СКС. Используемые линии связи. Электрические характеристики кабелей СКС. | 2 | ПК-12, ПК-18 |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

| № п/п | Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| **Предшествующие дисциплины** | | | | | | | | | | |
| 1. | Теория электрических цепей | | | | + | | | | + | |
| 2. | Электроника | | | | | | | + | | + |
| 3. | Электромагнитные поля и волны | | + | + | + | + | | | | + |
| 4. | Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей | + | | | | | | | | |
| 5. | Общая теория связи | + | | | | | | | | + |
| **Последующие дисциплины** | | | | | | | | | | |
| 1. | Сети и системы мобильной связи | | | + | | | | + | | |
| 2. | Устройства преобразования и обработки информации систем мобильной связи | | | + | | | + | | | |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Перечень | Виды занятий | Формы контроля по всем видам занятий |
|---|---|---|



Согласована на портале № 5424

| компетенций | Л | Лаб | Пр. | КР/КП | СРС | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ПК-12 | + | + | + | | + | Опрос на лекции, отчет по лабораторной работе Проверка расчётного задания |
| ПК-18 | + | + | + | | + | Опрос на лекции, отчет по лабораторной работе |

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента

## 6. Методы и формы организации обучения

**Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах**

| Методы \ Формы | Лекции (час) | Практические /семинарские Занятия (час) | Лабораторный практикум | Всего |
|---|---|---|---|---|
| Презентация с использованием вспомогательных средств с обсуждением | 3 | 0 | 0 | 3 |
| Разминка | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Дискуссия | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Просмотр видеофильмов с обсуждением | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Работа в малых группах | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Итого интерактивных занятий | 4 | 2 | 2 | 8 |

## 7. Лабораторный практикум

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Тематика лабораторных занятий | Трудо-емкость (час.) | Компетенции ОК, ПК, ПСК |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 7 | Исследование затухание света в ОВ | 4 | ПК-12, ПК-18 |
| 2. | 4 | Исследование дисперсии в ОВ | 4 | ПК-12, ПК-18 |
| 3. | 3 | Исследование передаточных характеристик коаксиальных и симметричных линий связи | 4 | ПК-12, ПК-18 |

## 8. Практические занятия (семинары)

| № | Раздел дисциплины из табл. 5.1 | Тематика практических занятий | Трудо-емкость (час.) | Компетенции ОК, ПК |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | Расчет первичных, вторичных параметров КК и длины регенерационного участка | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 2 | 4 | Расчет первичных, вторичных параметров СК и длины регенерационного участка | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 3 | 5 | Затухание сигналов в ОВ | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 4 | 5 | Дисперсия и полоса пропускания ОВ | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 5 | 7 | Расчет пассивных компонентов ВОЛС | 2 | ПК-12, ПК-18 |
| 6 | 8 | Расчет длины элементарного кабельного участка | 2 | ПК-12, ПК-18 |

## 9. Самостоятельная работа

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Виды самостоятельной работы (детализация) | Трудо-емкость (час.) | Компе-тенции ОК, ПК, ПСК | Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом.задание, и т.д) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 3,4,7 | Подготовка к лабораторной работе | 9 | ПК-12, ПК-18 | Отчёт, защита лаб.раб. |
| 2. | 1-9 | Проработка лекционного материала | 7 | ПК-12, ПК-18 | Опрос на практических и лекционных занятиях |
| 3. | 3,4,5,7,8 | Подготовка к практическим занятиям | 6 | ПК-12, ПК-18 | Опрос на занятиях |
| 4. | 7,9 | Самостоятельное изучение тем теоретической части | 3 | ПК-12, ПК-18 | Проверка конспектов |
| 5. | 1-9 | Подготовка и сдача зачета | 7 | ПК-12, ПК-18 | Зачёт |



Согласована на портале № 5424

**Темы для самостоятельной проработки материала:**
1. Методы компенсации дисперсии
2. Пассивные оптические сети
3. Электрические компоненты СКС
4. Проектирование электрических линий связи

**10. Примерная тематика курсовых проектов (работ)**
Не предусмотрено учебным планом

**11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов**

**Таблица 11.1** Балльные оценки для элементов контроля.

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| Посещение лекций | 5 | 5 | 5 | **15** |
| Практические работы | 10 | 10 | 10 | **30** |
| Лабораторные работы | 10 | 10 | 10 | **30** |
| Проверка конспектов по темам для самостоятельного изучения | 5 | 5 | 3 | **13** |
| Компонент своевременности | 4 | 4 | 4 | **12** |
| **Итого максимум за период:** | **34** | **34** | **32** | **100** |
| **Нарастающим итогом** | **34** | **68** | **100** | **100** |

**Таблица 11.2** Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| **Баллы на дату контрольной точки** | **Оценка** |
|---|---|
| ≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

**Таблица 11.3** – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| **Оценка (ГОС)** | **Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен** | **Оценка (ECTS)** |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | **90 - 100** | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | **85 – 89** | B (очень хорошо) |
| | **75 – 84** | C (хорошо) |
| | **70 - 74** | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | **65 – 69** | |
| | **60 - 64** | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно), (не зачтено) | **Ниже 60 баллов** | F (неудовлетворительно) |



Согласована на портале № 5424

**12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

**12.1 Основная литература**

1. Андреев В.А.,Портнов Э.Л., Кочановский Л.Н. Направляющие системы электросвязи. Учебник для вузов. В 2-х томах. Том. 1. Теория передачи и влияния. Учебное пособие. 7-е изд., перераб. и доп.- . М. Горячая линия –Телеком. 2011 г.- 424с.:ил. (**10** экз. в библ.)
2. Ефанов В.И. Электрические и волоконно-оптические линии связи. [Электронный ресурс] : учеб. пособие. – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. – 150 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/802

**12.2 Дополнительная литература**

1. Ефанов В.И. Направляющие системы электросвязи. Часть 1. Электрические линии связи: Учебное пособие. – Томск, 2007. – 182 с. (**25** экз. в библ.)
2. Ефанов В.И. Направляющие системы электросвязи. Часть 2. Волоконно-оптические линии связи: учебное пособие – Томск: ТУСУР, 2007 – 100 с. (**25** экз. в библ.)
3. Направляющие системы электросвязи: Учебник для вузов. В 2-х томах. Том 2 – Проектирование, строительство и техническая эксплуатация / Под ред. Андреева. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия - Телеком, 2010. – 424 с.: ил. . (**10** экз. в библ.)

**12.3. Перечень методических указаний по лабораторным работам, практическим занятиям, самостоятельной работе**

1. Оптические направляющие системы и пассивные компоненты ВОЛС [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам / Ефанов В. И. – 2012. 43 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/790
2. Сборник задач по волоконно-оптическим линиям связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям / Ефанов В. И. – 2012. 50 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/788
3. Оптические направляющие среды и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи [Электронный ресурс]: Методические указания по организации самостоятельной работы / Ефанов В. И. – 2009. 41 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1266

**12.4** Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:
1. Нормативно-правовые документы Министерства связи и массовых коммуникаций РФ – www.minsvyaz.ru
2. Рекомендации Международного союза электросвязи – ITU-T – International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization sector – Сектор стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи – МСЭ-Т: html://www.rfcmd.ru/sphider/docs/ITU-T/ITU-T_Rec_List_A-Z_ANO_E.htm

**13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лабораторный практикум проводится по традиционной технологии с использованием реальных направляющих сред и оборудования. Часть лабораторных работ выполняется на персональном компьютере.
Учебная лаборатория (333 б) оборудована необходимыми установками и приборами для проведения лабораторных работ по дисциплинам, обеспечиваемым кафедрой СВЧиКР.

Вычислительная лаборатория (ауд.337 б), кафедры СВЧиКР оборудованы персональными компьютерами, объединенными в локальную вычислительную сеть каф. СВЧиКР с выходом в Internet.

**14. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Для обеспечения эффективного усвоения студентами материалов дисциплины необходимо на



Согласована на портале № 5424

первом занятии снабдить их перечнем вопросов, которые подлежат изучению, списком основной и дополнительной литературы, тематикой заданий для самостоятельной работы.
Практические занятия проводятся в т.ч. с использованием компьютерных технологий.
После изучения каждого раздела следует ответить на контрольные вопросы, что позволит студенту оценить степень усвоения материала.
Перед приёмом зачёта осуществляется электронное тестирование.



Согласована на портале № 5424

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)**

**УТВЕРЖДАЮ**
**Проректор по учебной работе**
**_____ П.Е. Троян**
«___» _____ **2016 г.**

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
## «НАПРАВЛЯЮЩИЕ СРЕДЫ»

**Уровень основной образовательной программы** бакалавриат
**Направление подготовки** 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
**Профиль** Системы мобильной связи радиодоступа
**Форма обучения** очная
**Факультет** Радиотехнический
**Кафедра** Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)
**Курс 4** **Семестр 7**

**Учебный план набора 2013, 2014, 2015 годов**

**Разработчик:**
**доц. каф. СВЧ и КР Перин А.С.**

**Зачет** седьмой **семестр** **Диф. зачет** _____ **семестр**
**Экзамен** _____ **семестр**

**Томск 2016**


Согласована на портале № 5424

## 1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине «Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи» используется при проведении текущего контроля успеваемости (контрольные точки) и промежуточной аттестации (зачет) студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи» компетенций приведен в таблице 1.

**Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной «Направляющие среды» компетенций**

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции |
|---|---|---|
| ПК-12 | Готовность к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | **знать**:<br>– основные принципы построения первичных сетей электросвязи, конструкции и технические характеристики направляющих сред электросвязи<br>**уметь**:<br>– использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи<br>**владеть**:<br>– методикой решения задач, связанных с разработкой, проектированием, строительством и эксплуатацией направляющей среды электросвязи на основе действующих нормативных документов.<br>. |
| ПК-18 | способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов | **знать**:<br>– метрологические принципы инструментальных измерений, используемых в области инфокоммуникационных сетей<br>**уметь**:<br>– определять и измерять передаточные характеристики направляющих сред электросвязи;<br>**владеть**:<br>– теоретическими и экспериментальными методами исследования с целью освоения новых перспективных направляющих сред передачи |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-12

**ПК-12: Готовность к контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

**Таблица 2 - Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | – основные принципы построения первичных сетей электросвязи, конструкции и технические характеристики | – использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных | – методикой решения задач, связанных с разработкой, проектированием, строительством и |



Согласована на портале № 5424

| | | | |
|---|---|---|---|
| | направляющих сред электросвязи | технологий и систем связи | эксплуатацией направляющей среды электросвязи на основе действующих нормативных документов. |
| **Виды занятий** | • Лекции<br>• Практические занятия<br>• Лабораторные занятия.<br>• Самостоятельная работа. | • Лекции<br>• Практические занятия<br>• Лабораторные занятия.<br>• Самостоятельная работа. | • Лекции<br>• Практические занятия<br>• Лабораторные занятия.<br>• Самостоятельная работа. |
| **Используемые средства оценивания** | • Конспект<br>• Устный ответ<br>• Контрольная работа<br>• Зачет | • Контрольная работа<br>• Оформление отчетности и защита лабораторных работ;<br>• Конспект самостоятельной работы. | • Защита лабораторной работы<br>• Отчет по лабораторной работе<br>• Зачет |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

**Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

**Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично / зачтено (90-100 баллов)** | Знает физические и теоретические основы описания; основные принципы построения и работы блоков и устройств многоволновых оптических.. | Умеет свободно выбирать схемотехническую реализацию оптических мультиплексоров и усилителей многоволновых оптических систем и сетей связи; пользоваться справочными данными фирм-производителей | Владеет навыками чтения и методами изображения функциональных и структурных схем мультиплексорного и усилительного оборудования многоволновых оптических систем связи на основе современной элементной |



Согласована на портале № 5424

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | оптических мультиплексоров и усилителей. | базы |
| **Хорошо / зачтено (70-89 баллов)** | Имеет представление об основных принципах построения первичных сетей электросвязи, конструкции и технические характеристики направляющих сред электросвязи; | Самостоятельно использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи | Владеет методикой решения задач, связанных с разработкой, проектированием, строительством и эксплуатацией направляющей среды электросвязи на основе действующих нормативных документов |
| **Удовлетворительно / зачтено (60-69 баллов)** | Дает определения основных принципов построения первичных сетей электросвязи, конструкции и технические характеристики направляющих сред электросвязи; . | Показывает неполное, недостаточное умение использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи . | Демонстрирует неполное, недостаточное владение методикой решения задач, связанных с разработкой, проектированием, строительством и эксплуатацией направляющей среды электросвязи на основе действующих нормативных документов |
| **Неудовлетворительно / не зачтено (<60 баллов)** | Имеет существенные пробелы или отсутствие знаний об основных принципах построения первичных сетей электросвязи, конструкции и технические характеристики направляющих сред электросвязи; | Показывает отсутствие использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи. | Демонстрирует отсутствие владения методикой решения задач, связанных с разработкой, проектированием, строительством и эксплуатацией направляющей среды электросвязи на основе действующих нормативных документов. |

**Примечание:** количество баллов и перевод в традиционную оценку указано в соответствии с пунктом 11 Рабочей программы.

### 2.2 Компетенция ПК-18

**ПК-18: способность организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов.**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов.

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

**Таблица 5- Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание** | – метрологические принципы инструментальных | – определять и измерять передаточные | – теоретическими и экспериментальными |



Согласована на портале № 5424

| | | | |
|---|---|---|---|
| **этапов** | измерений, используемых в области инфокоммуникационных сетей | характеристики направляющих сред электросвязи | методами исследования с целью освоения новых перспективных направляющих сред передачи |
| **Виды занятий** | • Лекции<br>• Лабораторные занятия.<br>• Самостоятельная работа. | • Лекции<br>• Лабораторные занятия.<br>• Самостоятельная работа. | • Лекции<br>• Лабораторные занятия.<br>• Самостоятельная работа. |
| **Используемые средства оценивания** | • Конспект<br>• Устный ответ<br>• Контрольная работа<br>• Зачет | • Контрольная работа<br>• Оформление отчетности и защита лабораторных работ;<br>• Конспект самостоятельной работы. | • Защита лабораторной работы<br>• Отчет по лабораторной работе<br>• Зачет |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

**Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам**

| **Показатели и критерии** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

**Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| **Показатели и критерии** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| **Отлично / зачтено (90-100 баллов)** | Знает метрологические принципы инструментальных измерений, используемых в области инфокоммуникационных сетей. | Умеет свободно определять и измерять передаточные характеристики направляющих сред электросвязи | Владеет теоретическими и экспериментальными методами исследования с целью освоения новых перспективных направляющих сред передачи |


Согласована на портале № 5424

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Хорошо / зачтено (70-89 баллов)** | Имеет представление о метрологических принципах инструментальных измерений, используемых в области инфокоммуникационных сетей | Самостоятельно определять и измерять передаточные характеристики направляющих сред электросвязи. | Владеет основными теоретическими и экспериментальными методами исследования с целью освоения новых перспективных направляющих сред передачи |
| **Удовлетворительно / зачтено (60-69 баллов)** | Дает определения по метрологическим принципам инструментальных измерений, используемых в области инфокоммуникационных сетей | Показывает неполное, недостаточное умение определять и измерять передаточные характеристики направляющих сред электросвязи | Демонстрирует неполное, недостаточное владение теоретическими и экспериментальными методами исследования с целью освоения новых перспективных направляющих сред передачи |
| **Неудовлетворительно / не зачтено (<60 баллов)** | Имеет существенные пробелы или отсутствие знаний о метрологических принципах инструментальных измерений, используемых в области инфокоммуникационных сетей | Показывает отсутствие умений выполнять расчеты, и проводить компьютерное моделирование и проектирование оптических мультиплексоров и усилителей.. | Демонстрирует отсутствие владения теоретическими и экспериментальными методами исследования с целью освоения новых перспективных направляющих сред передачи |

**Примечание:** количество баллов и перевод в традиционную оценку указано в соответствии с пунктом 11 Рабочей программы.

## 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

### 3.2 Практические занятия по темам:

1. Расчет первичных, вторичных параметров КК и длины регенерационного участка
2. Расчет первичных, вторичных параметров СК и длины регенерационного участка
3. Затухание сигналов в ОВ
4. Дисперсия и полоса пропускания ОВ
5. Расчет пассивных компонентов ВОЛС
6. Расчет длины элементарного кабельного участка

Содержание практических занятий приведено в учебно-методическом пособии [7 ].

### 3.2 Лабораторные работы по темам:

1. Исследование затухание света в ОВ
2. Исследование дисперсии в ОВ
3. Исследование передаточных характеристик коаксиальных и симметричных линий связи

Указания к лабораторным работам приведены в учебно-методическом пособии [6]

### 3.3 Темы для самостоятельной работы:

Проработка теоретического материала:

1. Методы компенсации дисперсии



Согласована на портале № 5424

2. Пассивные оптические сети
3. Электрические компоненты СКС
4. Проектирование направляющих сред передачи

**3.4 Вопросы для проведения зачета:**

1. Основные требования к линиям связи.
2. Дайте определение понятия «направляющие системы» и объясните их роль в создании проводных каналов связи.
3. Что представляет собой первичная сеть?
4. Какие составляющие образуют транспортную сеть?
5. Какие составляющие образуют сеть доступа?
6. Каково назначение сети управления электросвязью?
7. Перечислите электромагнитные процессы в проводниках и диэлектриках.
8. Исходные принципы расчета направляющих систем.
9. Какие классы и типы волн действуют в направляющих системах?
10. Сравните различные режимы передачи по направляющим системам (квазистационарный, электромагнитный, квазиоптический).
11. Что такое поверхностный эффект, как его учитывают?
12. Объясните физические процессы при распространении электромагнитной энергии по двухпроводным цепям. Назовите первичные параметры передачи.
13. Какие физические процессы происходят в диэлектриках направляющих систем?
14. Приведите расчетные соотношения и частотные зависимости проводимости изоляции и емкости коаксиальных цепей.
15. Дайте определение волнового сопротивлениициента распространения однородной цепи.
16. Нарисуйте частотную зависимость волнового сопротивления, коэффициента затухания и фазы НС.
17. Из каких соображений определяется длина регенерационного участка коаксиального кабеля для ЦСП?
18. Какие существуют оптимальные соотношения диаметров проводников в коаксиальных кабелях?
19. Чем определяется пробивная прочность кабеля?
20. Чем ограничен рабочий диапазон частот коаксиальной линии связи?
21. От чего зависит предельная мощность, передаваемая по коаксиальному кабелю?
22. От каких параметров зависит затухание в коаксиальной линии связи?
23. От чего зависит длина регенерационного участка на КК?
24. Физический смысл эффекта близости
25. Дайте сравнение коаксиальных кабелей и симметричных линий связи
26. Переходное затухание на ближнем и дальнем концах, а также защищенность между цепями связи
27. Какие действуют нормы защищенности переходного затухания между цепями симметричных кабелей
28. В чем особенности частотной зависимости переходного затухания на ближнем и дальнем концах СЛ
29. Как определяется переходное затухание на ближнем и дальнем концах ЛС
30. Дайте полную классификацию ОВ, численные значения передаточных характеристик.
31. Назовите все виды дисперсии, имеющие место в ОВ. Сравните дисперсию одномодовых и многомодовых ОВ.
32. В чем достоинства и недостатки одномодовых ОВ? Назовите типичные значения их передаточных характеристик для G.652
33. Какие стандарты ОВ наиболее широко используются в ВОЛС в настоящее время? Дайте численные значения их основных передаточных характеристик. Какова их область применения?


Согласована на портале № 5424

34. От чего зависят собственные потери в ОВ и потери в ОК?
35. Вследствие чего возникает поляризационная межмодовая дисперсия? В каких ОВ она появляется, к чему она приводит и как она рассчитывается?
36. Назовите «области прозрачности» кварцевых ОВ и приведите типичные численные значения потерь в каждом.
37. Перечислите на какие параметры ОВ влияет относительная разность показателей преломления сердцевины и оболочки. Каково его среднее значение для различных типов ОВ?
38. Из каких составляющих состоит хроматическая дисперсия? Коэффициент удельной дисперсии. Какой составляющей можно менять знак и что из этого следует?
39. Дайте определение дисперсии. Какие виды дисперсии вы знаете? В каких типах ОВ превалируют те или иные виды? В чем измеряется дисперсия?
40. Как связан коэффициент широкополосности с различным ППП? Каково его численное значение для разных ППП?
41. От какого параметра ОВ зависит величина эффективности ввода излучения? Каково ее значение для ООВ и МОВ?
42. Дайте определение межмодовой дисперсии. От каких параметров зависит величина межмодовой дисперсии в ОВ со ступенчатым и градиентным ППП?
43. Дайте определение нормированной частоты. Каково ее значение в случае ООВ и МОВ?
44. От чего зависит числовая апертура? На какие параметры ВОЛС влияет числовая апертура ОВ и каковы ее численные значения для ООВ и МОВ?
45. Перечислите геометрические и механические характеристики МОВ. Дайте их численное значение.
46. Дайте определение дисперсии. Какими методами и способами получают ОВ со смещенной или сглаженной дисперсией? Каким рекомендациям они соответствуют? В каких случаях используется?
47. Перечислите окна прозрачности кварцевых ОВ, величину затухания в них и интервалы длин волн соответствующие им.
48. Какими физическими процессами обусловлены потери световой мощности в ОВ?
49. От чего зависит межмодовая дисперсия в МОВ? Где она больше: в ОВ со ступенчатым ППП или параболическим ППП? Область применения МОВ.
50. Каковы основные преимущества использования оптических волокон в системах связи?
51. Чем определяется число направляемых мод в ступенчатом и градиентном МОВ? От чего оно зависит?
52. Опишите основные типы конструкции ОК.
53. Какие марки кабелей предназначены для подземной прокладки?
54. От чего зависят суммарные потери элементарного кабельного участка?
55. Опишите принципы маркировки.
56. Какие марки кабелей предназначены для подвесных ОК.
57. Перечислите основные компоненты ОК.
58. Технические требования к оптическим кабелям связи.
59. Кабели для наружной прокладки. Какие марки кабелей предназначены для прокладки в грунт?
60. Перечислите достоинства и недостатки ОК по сравнению с электрическими линиями связи.
61. От каких параметров зависит длина регенерационного участка? Назовите методы увеличения длины регенерационного участка.
62. Кабели для воздушной подвески. Какие марки кабелей предназначены для подвески?
63. Перечислите основные конструктивные элементы ОК. Что относится к специальным кабелям?
64. Дайте классификацию оптических кабелей по конструкции



Согласована на портале № 5424

Методические материалы для подготовки к зачету приведены в п.4.

## 4 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

### 4.1 Основная литература

4. Андреев В.А.,Портнов Э.Л., Кочановский Л.Н. Направляющие системы электросвязи. Учебник для вузов. В 2-х томах. Том. 1. Теория передачи и влияния. Учебное пособие. 7-е изд., перераб. и доп.- . М. Горячая линия –Телеком. 2011 г.- 424с.:ил. (**10** экз. в библ.)
5. Ефанов В.И. Электрические и волоконно-оптические линии связи. [Электронный ресурс] : учеб. пособие. – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. – 150 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/802

### 4.2 Дополнительная литература

6. Ефанов В.И. Направляющие системы электросвязи. Часть 1. Электрические линии связи: Учебное пособие. – Томск, 2007. – 182 с. (**25** экз. в библ.)
7. Ефанов В.И. Направляющие системы электросвязи. Часть 2. Волоконно-оптические линии связи: учебное пособие – Томск: ТУСУР, 2007 – 100 с. (**25** экз. в библ.)
8. Направляющие системы электросвязи: Учебник для вузов. В 2-х томах. Том 2 – Проектирование, строительство и техническая эксплуатация / Под ред. Андреева. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия - Телеком, 2010. – 424 с.: ил. . (**10** экз. в библ.)

### 4.3. Перечень методических указаний по лабораторным работам, практическим занятиям, самостоятельной работе

9. Оптические направляющие системы и пассивные компоненты ВОЛС [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам / Ефанов В. И. – 2012. 43 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/790
10. Сборник задач по волоконно-оптическим линиям связи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям / Ефанов В. И. – 2012. 50 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/788
11. Оптические направляющие среды и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи [Электронный ресурс]: Методические указания по организации самостоятельной работы / Ефанов В. И. – 2009. 41 с. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/1266


Согласована на портале № 5424