**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Оптические направляющие среды

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **3, 4**
Семестр: **6, 7**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 6 семестр | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 4 | 6 | 10 | часов |
| 2 | Практические занятия | 2 | 4 | 6 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | | 8 | 8 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 6 | 18 | 24 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 174 | 81 | 255 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 180 | 99 | 279 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | | 9 | 9 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 180 | 108 | 288 | часов |
| | | | | 8.0 | З.Е. |

Контрольные работы: 7 семестр - 3
Экзамен: 7 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 30426

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 9 от «24» 5 2018 г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. СВЧиКР | _____ | Н. Д. Хатьков |
| Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР | _____ | С. Н. Шарангович |

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

| | | |
|---|---|---|
| Декан ЗиВФ | _____ | И. В. Осипов |
| Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР | _____ | С. Н. Шарангович |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР) | _____ | А. Ю. Попков |
| Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) | _____ | С. И. Богомолов |

Согласована на портале № 30426

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

изучение современных тенденций развития оптических линий связи (ЛС)

изучение теории направляющих оптических сред, конструкций и характеристик направляющих оптических кабелей и пассивных компонентов

ознакомление студентов с российскими и международными стандартами и нормативными документами в области телекоммуникаций и перспективами развития оптических направляющих сред передачи.

### 1.2. Задачи дисциплины

– изучение оптических направляющих сред и пассивных компонентов волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) в объеме: основы теории оптических направляющих сред передачи (ОНСП), оптическое волокно (ОВ);
– типы ОВ и их основные характеристики в соответствии с рекомендациями МСЭ-Т;
– распространение сигнала по ОВ;
– оптические кабели, их конструкции и характеристики;
– пассивные компоненты ВОЛС;
– разъемные и неразъемные соединители;
– оптические разветвители; оптические изоляторы, аттенюаторы;
– оптические фильтры, оптические коммутаторы.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Оптические направляющие среды» (Б1.В.ОД.10) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Оптические направляющие среды, Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства, Основы оптоэлектроники и волоконной оптики, Основы физической и квантовой оптики, Структурированные кабельные системы и волоконно-оптические локальные сети, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Оптические направляющие среды, Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-5 способностью использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи);
– ПК-8 умением собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов;
– ПК-9 умением проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные физические принципы распространения света в ОВ; знать методы расчета затухания и дисперсии в ОВ; конструкции и характеристики оптических направляющих сред; технические характеристики пассивных компонент ВОЛС; рекомендации: Международный союз электросвязи МСЭ-Т (ITU-T) многомодовые оптические волокна рек. ITU-T. G.651 одномодовые оптические волокна рек. ITU-T. G.652- G.657 специальные типы ОВ нормативно - правовую документацию ВОЛС;
– **уметь** использовать полученные знания для расчета основных технических характеристик ОНС с учетом требований быстродействия, затухания, надежности и удобства технической эксплуатации; определять и измерять передаточные, физические, механические и конструктивные характеристики оптических направляющих сред; выполнять расчеты, связанные с определением

Согласована на портале № 30426

параметров пассивного оборудования ;

– **владеть** навыками работы с оптическим волокном, методами его монтажа. методами работы с приборами и аппаратурой по настройке и испытанию ОК; навыками применения теоретических и экспериментальных методов исследования для освоения новых перспективных оптических направляющих сред передачи.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры | |
|---|---|---|---|
| | | 6 семестр | 7 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 24 | 6 | 18 |
| Лекции | 10 | 4 | 6 |
| Практические занятия | 6 | 2 | 4 |
| Лабораторные работы | 8 | | 8 |
| Самостоятельная работа (всего) | 255 | 174 | 81 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | 8 |
| Проработка лекционного материала | 126 | 75 | 51 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 117 | 99 | 18 |
| Выполнение контрольных работ | 4 | | 4 |
| Всего (без экзамена) | 279 | 180 | 99 |
| Подготовка и сдача экзамена | 9 | | 9 |
| Общая трудоемкость, ч | 288 | 180 | 108 |
| Зачетные Единицы | 8.0 | | |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лек., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | | | |
| 1 Физические основы передачи света по ОВ | 4 | 2 | 0 | 174 | 180 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 |
| Итого за семестр | 4 | 2 | 0 | 174 | 180 | |
| 7 семестр | | | | | | |
| 2 Характеристики оптических потерь в ОВ | 2 | 1 | 0 | 22 | 25 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 |
| 3 Дисперсия: виды и методы компенсации | 2 | 2 | 0 | 23 | 27 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 |

Согласована на портале № 30426

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 Конструкции и характеристики оптических кабелей | 2 | 1 | 8 | 36 | 47 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 |
| Итого за семестр | 6 | 4 | 8 | 81 | 99 | |
| Итого | 10 | 6 | 8 | 255 | 279 | |

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

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 1 Физические основы передачи света по ОВ | Типы ОВ и их конструкции. Лучевой анализ распространения излучения в ОВ: полное внутреннее отражение, числовая апертура. Волновой анализ распространения излучения в ОВ: профиль показателя преломления, нормированная частота, число мод многомодового волокна, длинна волны отсечки. Изготовление оптических волокон. | 4 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| 7 семестр | | | |
| 2 Характеристики оптических потерь в ОВ | Затухание света в ОВ: Окна прозрачности, рэлеевское рассеяние и его применение, УФ и ИК потери в ОВ, потери на микроизгибах и суммарные потери. | 2 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Дисперсия: виды и методы компенсации | Дисперсия и полоса пропускания ОВ. Межмодовая, материальная, и внутримодовая (волноводная) дисперсия. Поляризационная модовая дисперсия. Влияние дисперсии на передачу сигналов по ОВ. Пропускная способность ОВ. | 2 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Конструкции и характеристики оптических кабелей | Типы и конструкции оптических кабелей. Классификация ОК. Магистральные, зоновые, городские и объектовые кабели связи. Система обозначений и маркировки. Основные компоненты ОК. Подземные, подводные и подвесные конструкции ОК, их характеристики, особенности их соединения. Механические параметры: масса; разрывная прочность; раздавливающие усилие; стойкость к изгибам. | 2 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 6 | |
| Итого | | 10 | |

Согласована на портале № 30426

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

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Предшествующие дисциплины | | | | |
| 1 Оптические направляющие среды | + | + | + | + |
| 2 Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства | | + | | + |
| 3 Основы оптоэлектроники и волоконной оптики | + | + | + | + |
| 4 Основы физической и квантовой оптики | + | | + | |
| 5 Структурированные кабельные системы и волоконно-оптические локальные сети | | + | + | + |
| 6 Физика | + | + | + | |
| Последующие дисциплины | | | | |
| 1 Оптические направляющие среды | + | + | + | + |
| 2 Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи | | | + | + |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-5 | + | + | + | + | Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по практическому занятию |
| ПК-8 | + | + | + | + | Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по практическому занятию |

Согласована на портале № 30426

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ПК-9 | + | + | + | + | Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по практическому занятию |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | |
| 4 Конструкции и характеристики оптических кабелей | Исследование затухания в ОВ и потерь на макроизгибах | 2 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 |
| | Исследование дисперсионных характеристик ОВ | 2 | |
| | Исследование потерь в разъемных соединениях и коэффициентов деления делителей оптической мощности | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 8 | |
| Итого | | 8 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 1 Физические основы передачи света по ОВ | Распространение оптических сигналов в ОВ, лучевая и волновая трактовка. | 2 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 2 | |
| 7 семестр | | | |
| 2 Характеристики оптических потерь в ОВ | Затухание сигналов в ОВ | 1 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 |
| | Итого | 1 | |
| 3 Дисперсия: виды и методы компенсации | Дисперсия и полоса пропускания ОВ | 2 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 30426

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Конструкции и характеристики оптических кабелей | Расчет длины элементарного кабельного участка | 1 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| Итого | | 6 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | |
| 1 Физические основы передачи света по ОВ | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 99 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 | Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 75 | | |
| | Итого | 174 | | |
| Итого за семестр | | 174 | | |
| 7 семестр | | | | |
| 2 Характеристики оптических потерь в ОВ | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 7 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 | Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 15 | | |
| | Итого | 22 | | |
| 3 Дисперсия: виды и методы компенсации | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 7 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 | Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 16 | | |
| | Итого | 23 | | |
| 4 Конструкции и характеристики оптических кабелей | Выполнение контрольных работ | 4 | ОПК-5, ПК-8, ПК-9 | Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Проверка контрольных работ, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | | |
| | Проработка лекционного материала | 20 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 36 | | |

Согласована на портале № 30426

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Итого за семестр | | 81 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 9 | | Экзамен |
| Итого | | 264 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Андреев, В.А. Направляющие системы электросвязи. В 2-х томах. Том 1– Теория передачи и влияния [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Андреев, Э.Л. Портнов, Л.Н. Кочановский. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 494 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5112, дата обращения: 10.06.2018.

2. Электрические и волоконно-оптические линии связи: Учебное пособие / Ефанов В. И. - 2012. 150 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/802, дата обращения: 10.06.2018.

### 12.2. Дополнительная литература

1. Портнов, Э.Л. Оптические кабели связи, их монтаж и измерения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э.Л. Портнов. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 448 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5187, дата обращения: 10.06.2018.

2. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.К. Скляров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 268 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/104959, дата обращения: 10.06.2018.

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Оптические направляющие системы и пассивные компоненты ВОЛС: Методические указания к лабораторным работам / Ефанов В. И. - 2012. 43 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/790, дата обращения: 10.06.2018.

2. Сборник задач по волоконно-оптическим линиям связи: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям / Ефанов В. И. - 2012. 50 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/788, дата обращения: 10.06.2018.

3. Оптические направляющие среды и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи: Методические указания по организации самостоятельной работы / Ефанов В. И. - 2009. 41 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1266, дата обращения: 10.06.2018.

#### 12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Согласована на портале № 30426

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационно-справочный ресурс:
2. http://www.rambler.ru/
3. http://www.sputnik.ru/
4. https://www.yandex.ru/
5. 
6. Springer Journals – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Springer. http://link.springer.com/
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://elibrary.ru/defaultx.asp;
8. Рекомендация МСЭ-Т G.651 - Характеристики многомодовых градиентных волоконно-оптических кабелей 50/125 мкм: http://izmer-ls.ru/g651.pdf
9. Рекомендации МСЭ-Т G.652 - Стандартное одномодовое оптоволокно: http://izmer-ls.ru/g652.pdf
10. Рекомендации МСЭ-Т G.653 - Одномодовое оптоволокно с нулевой смещенной дисперсией: http://izmer-ls.ru/g653.pdf
11. Рекомендации МСЭ-Т G.654 - Характеристики одномодового оптического волокна и кабеля со смещенной дисперсией и отсечкой: http://izmer-ls.ru/g654.pdf
12. Рекомендации МСЭ-Т G.655 - Характеристики одномодового волоконно-оптического волокна и кабеля с ненулевым дисперсионным смещением: http://izmer-ls.ru/g655.pdf
13. Рекомендации МСЭ-Т G.656 - Характеристики волокна и кабеля с ненулевой дисперсией для широкополосной оптической передачи: http://izmer-ls.ru/g656.pdf
14. Рекомендации МСЭ-Т G.657 - Характеристики одномодового оптического волокна и кабеля, не чувствительного к потерям на макроизгибе, для использования в сетях доступа: http://izmer-ls.ru/g657.pdf
15. Рекомендация МСЭ-Т G.664 - Процедуры и требования к обеспечению оптической безопасности оптических транспортных систем: https://www.itu.int
16. Рекомендация МСЭ-Т G.666 - Характеристики компенсаторов ПМД и приемники с компенсацией ПМД: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-G.666-200507-S!!PDF-R&type=items
17. Рекомендация МСЭ-Т G.671 - Характеристики передачи оптических компонентов и подсистем: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-G.671-200612-S!Amd2!PDF-R&type=items
18. Рекомендация МСЭ-Т G.694.2 - Спектральные сетки для применения технологий WDM: сетка длин волн технологии CWDM: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=e&id=T-REC-G.671-200612-S!Amd2!PDF-R&type=items

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

### 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### 13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебно-вычислительная лаборатория «Информатики и информационных технологий»

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для прове-

Согласована на портале № 30426

дения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 337б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- LibreOffice
- Microsoft Office 2007
- Microsoft Windows (Imagine)
- PTC Mathcad 15
- Qucs
- Scilab

Учебно-вычислительная лаборатория им. Е.С. Коваленко «Лаборатория волоконно-оптических линий связи и измерений»

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 333б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (8 шт.);
- Генератор оптических и электрических импульсов комбинированный ОГ5-87 (3 шт.);
- Ваттметр поглощаемой мощности оптический ОМ3-65 (4 шт.);
- Ваттметр поглощаемой мощности оптический ОМ3-66 (1 шт.);
- Генератор импульсов Г5-54 (1 шт.);
- Осциллограф С1-75 (2 шт.);
- Осциллограф С1-73 (1 шт.);
- Измеритель коэффициента ошибок 832 (1 шт.);
- Генератор сигналов оптический ОГ4-162 (1 шт.);
- Генератор высокочастотный СПТГ4-102 (1 шт.);
- ФПУ (1 шт.);
- Комплект для сварки оптического волокна КСС-111 (1 шт.);
- Комплект для сварки оптического волокна КСС-121 (1 шт.);
- Блок индикации ОМК3 (2 шт.);
- Источник постоянного тока Б5-21 (1 шт.);
- Источник питания постоянного тока Б5-45 (1 шт.);
- Рефлектометр оптических погрешностей OFT-12 (2 шт.);
- Демонстрационное оборудование для презентаций (проектор 1 шт., экран 1 шт.) ;
- Лабораторный стенд "Компоненты волоконно-оптической линии связи";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая линия связи";
- Лабораторный комплекс "Волоконно-оптические системы передачи данных с временным и волновым уплотнением каналов";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая связь";
- Типовой комплект учебного оборудования "Монтаж и эксплуатация волоконно-оптических структурированных кабельных систем";
- Комплект специализированной учебной мебели;

Согласована на портале № 30426

- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- Adobe Reader
- Microsoft Office 2007
- Mozilla Firefox
- PTC Mathcad 15
- Qucs
- Scilab

**13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Учебно-вычислительная лаборатория им. Е.С. Коваленко «Лаборатория волоконно-оптических линий связи и измерений»

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 333б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (8 шт.);
- Генератор оптических и электрических импульсов комбинированный ОГ5-87 (3 шт.);
- Ваттметр поглощаемой мощности оптический ОМ3-65 (4 шт.);
- Ваттметр поглощаемой мощности оптический ОМ3-66 (1 шт.);
- Генератор импульсов Г5-54 (1 шт.);
- Осциллограф С1-75 (2 шт.);
- Осциллограф С1-73 (1 шт.);
- Измеритель коэффициента ошибок 832 (1 шт.);
- Генератор сигналов оптический ОГ4-162 (1 шт.);
- Генератор высокочастотный СПТГ4-102 (1 шт.);
- ФПУ (1 шт.);
- Комплект для сварки оптического волокна КСС-111 (1 шт.);
- Комплект для сварки оптического волокна КСС-121 (1 шт.);
- Блок индикации ОМК3 (2 шт.);
- Источник постоянного тока Б5-21 (1 шт.);
- Источник питания постоянного тока Б5-45 (1 шт.);
- Рефлектометр оптических погрешностей OFT-12 (2 шт.);
- Демонстрационное оборудование для презентаций (проектор 1 шт., экран 1 шт.) ;
- Лабораторный стенд "Компоненты волоконно-оптической линии связи";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая линия связи";
- Лабораторный комплекс "Волоконно-оптические системы передачи данных с временным и волновым уплотнением каналов";
- Лабораторный стенд "Волоконно-оптическая связь";
- Типовой комплект учебного оборудования "Монтаж и эксплуатация волоконно-оптических структурированных кабельных систем";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- LibreOffice
- Mozilla Firefox
- PTC Mathcad 15
- Qucs

Согласована на портале № 30426

– Scilab

### 13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

## 13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

Вопрос 1

Городские ОК применяются для...

а) коротких расстояний 5км

б) коротких расстояний до 10км

в) коротких расстояний 2км с провайдером

г) длинных расстояний 25км

Согласована на портале № 30426

Вопрос 2

К объектовым ОК относятся …

а) Здания и сооружения

б) поселковые мини АТС

в) бортовые информационные системы подвижных объектов.

г) учрежденческая и видеотелефонная связь, внутренняя сеть кабельного телевидения, бортовые информационные системы подвижных объектов.

Вопрос 3

Круглый световод имеет …

а) Пластиковое целлюлозное покрытие

б) трехслойную структуру с показателем преломления n1, n2 и n3

в) двухслойную структуру с показателем преломления n1 и n2

г) однослойную структуру с показателем преломления n1

Вопрос 4

Кварцевое стекло имеет показатель преломления равный:

а) 1,46

б) 2,02

в) 1,02

г) 3,14

Вопрос 5

Защитное покрытие волокна обычно изготавливается:

а) Двухслойным

б) Однослойным

в) Трехслойным

г) Непрозрачным

Вопрос 6

По частотно-пропускной способности наилучшими являются...

а) ступенчатые волноводы

б) многомодовые волноводы

в) слоистые волноводы

г) одномодовые волноводы

Вопрос 7

Главная проблема при создании ОВ это:

а) увеличить диаметр

б) увеличить пропускную способность

в) уменьшить многомодовость

г) получить малые потери

Вопрос 8

Размягчение кварцевого стекла происходит при температуре:

а) 600...750 градусов Цельсия

б) 500...1000 градусов Цельсия

в) 1800...2200 градусов Цельсия

г) 800...1200 градусов Цельсия

Вопрос 9

Из кварцевой заготовки длиной 1м получается:

а) оптоволокно длиной 1000 м

б) оптоволокно длиной 600 м

в) оптоволокно длиной 152 м

г) оптоволокно длиной 750 м

Вопрос 10

ОК французского производства отличается...

а) отсутствием сварных стыков

б) наличием особого покрытия на волокнах

в) составом многомодовых и одномодовых волокон

Согласована на портале № 30426

г) наличием унифицированного модуля на 10 волокон

Вопрос 11

Одинаково ли число мод для градиентного ОВ и ступенчатого ОВ, если нормированная частота одна и та же?

а) отличается в два раза

б) одинаково при выполнении условия n1<n2

в) одинаково при выполнении условия n1>n2

г) если есть внешнее покрытие, то ничем не отличается.

Вопрос 12

Во сколько примерно раз отличаются нормированная частота и критическая частота в ОВ?

а) В пять раз

б) Примерно одинакового порядка

в) В десять раз.

г) Очень сильно отличаются в 10 в степени 14 раз

Вопрос 13

Кабельное затухание ОВ рассчитывается как сумма...

а) пяти составляющих

б) семи составляющих

в) трех составляющих

г) четырех составляющих

Вопрос 14

Модель оптоволоконной оптической связи содержит...

а) восемь самых необходимых модулей

б) четыре модуля, главный из которых ОК

в) пять модулей, включая лазер

г) шесть модулей с воздушным фильтром

Вопрос 15

Дуплексная схема передачи информации по ОВ необходима для...

а) фильтрации сообщений

б) реализации широкополосной передачи информации в оба конца ОВ

в) последовательной передачи информации в оба конца ОВ

г) одновременной передачи информации в оба конца ОВ

Вопрос 16

Основное «окно прозрачности» находится в диапазоне...

а) 1550нм - 1600нм

б) 1400нм - 1500нм

в) 1000нм - 1100нм

г) 600нм - 800нм

Вопрос 17

Для повышения пропускной способности ОВ используют следующие технологии...

а) ВДМ

б) ККМ

в) ССМТ

г) OTDM

Вопрос 18

Выбор того или иного поддиапазона L или S диктуется:

а) верхней частотой работы передатчика

б) нижней частотой работы передатчика

в) неравномерностью частотной характеристики

г) динамическим диапазоном фотоприемника

Вопрос 19

Какие предположения верны при использовании уравнений Максвелла для анализа типа волн в ОВ?

а) в рассматриваемом пространстве отсутствуют токи и заряды.

Согласована на портале № 30426

б) в рассматриваемом пространстве присутствуют токи и заряды.
в) в рассматриваемом пространстве присутствуют только заряды на диэлектриках.
г) оболочка ОВ является проводящей
Вопрос 20

На границах однородных тел диэлектрическая проницаемость меняется
а) непрерывно
б) плавно
в) скачкообразно
г) по экспоненциальному закону

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

Оптическое волокно (ОВ).

1. Дайте полную классификацию ОВ, численные значения передаточных характеристик.

2. Назовите все виды дисперсии, имеющие место в ОВ. Сравните дисперсию одномодовых и многомодовых ОВ.

3. В чем достоинства и недостатки одномодовых ОВ? Назовите типичные значения их передаточных характеристик для G.652

4. Какие стандарты ОВ наиболее широко используются в ВОЛС в настоящее время? Дайте численные значения их основных передаточных характеристик. Какова их область применения?

5. От чего зависят собственные потери в ОВ и потери в ОК?

6. Вследствие чего возникает поляризационная межмодовая дисперсия? В каких ОВ она появляется, к чему она приводит и как она рассчитывается?

7. Назовите «области прозрачности» кварцевых ОВ и приведите типичные численные значения потерь в каждом.

8. Перечислите на какие параметры ОВ влияет относительная разность показателей преломления сердцевины и оболочки. Каково его среднее значение для различных типов ОВ?

9. Из каких составляющих состоит хроматическая дисперсия? Коэффициент удельной дисперсии. Какой составляющей можно менять знак и что из этого следует?

10. Дайте определение дисперсии. Какие виды дисперсии вы знаете? В каких типах ОВ превалируют те или иные виды? В чем измеряется дисперсия?

11. Как связан коэффициент широкополосности с различным ППП? Каково его численное значение для разных ППП?

12. От какого параметра ОВ зависит величина эффективности ввода излучения? Каково ее значение для ООВ и МОВ?

13. Дайте определение межмодовой дисперсии. От каких параметров зависит величина межмодовой дисперсии в ОВ со ступенчатым и градиентным ППП?

14. Дайте определение нормированной частоты. Каково ее значение в случае ООВ и МОВ?

15. От чего зависит числовая апертура? На какие параметры ВОЛС влияет числовая апертура ОВ и каковы ее численные значения для ООВ и МОВ?

16. Перечислите геометрические и механические характеристики МОВ. Дайте их численное значение.

17. Дайте определение дисперсии. Какими методами и способами получают ОВ со смещенной или сглаженной дисперсией? Каким рекомендациям они соответствуют? В каких случаях используется?

18. Перечислите окна прозрачности кварцевых ОВ, величину затухания в них и интервалы длин волн соответствующие им.

19. Какими физическими процессами обусловлены потери световой мощности в ОВ?

20. От чего зависит межмодовая дисперсия в МОВ? Где она больше: в ОВ со ступенчатым ППП или параболическим ППП? Область применения МОВ.

21. Каковы основные преимущества использования оптических волокон в системах связи?

22. Чем определяется число направляемых мод в ступенчатом и градиентном МОВ? От чего оно зависит?

Оптические кабели (ОК)

1. Опишите основные типы конструкции ОК.

Согласована на портале № 30426

2. Какие марки кабелей предназначены для подземной прокладки?

3. От чего зависят суммарные потери элементарного кабельного участка?

4. Опишите принципы маркировки.

5. Какие марки кабелей предназначены для подвесных ОК.

6. Перечислите основные компоненты ОК.

7. Технические требования к оптическим кабелям связи.

8. Кабели для наружной прокладки. Какие марки кабелей предназначены для прокладки в грунт?

9. Перечислите достоинства и недостатки ОК по сравнению с электрическими линиями связи.

10. От каких параметров зависит длина регенерационного участка? Назовите методы увеличения длины регенерационного участка.

11. Кабели для воздушной подвески. Какие марки кабелей предназначены для подвески?

12. Перечислите основные конструктивные элементы ОК. Что относится к специальным кабелям?

13. Дайте классификацию оптических кабелей по конструкции.

14. Перечислите типы распределителей оптического излучения (РОИ) и приведите их основные параметры.

15. Дайте определение энергетического потенциала ВОЛС. От чего он зависит и каково его значение для магистральных, зоновых линий связи?

16. Каковы методы изготовления ОВ?

17. Дайте классификацию оптических кабелей по назначению.

18. Виды прокладки ОК при строительстве ВОЛС.

19. Перечислите основные компоненты ОК. Какие марки кабелей предназначены для прокладки в кабельной канализации?

20. Для чего на оптическое волокно наносят полимерное покрытие?

21. Назовите методы увеличения длины регенерационного участка.

22. Чем ограничена длина регенерационного участка и каковы методы увеличения пропускной способности регенерационного участка?

Пассивные компоненты (ПК)

1. Назовите типы оптических коммутаторов. Опишите принцип работы оптического коммутатора.

2. Принцип работы оптического изолятора. Каково его назначение?

3. Назовите виды и характеристики ответвителей, приведите типовые значения их параметров.

4. Назовите типы торцевых разветвителей с оптическими элементами и нарисуйте схемы их построения.

5. Назначение и классификация соединительных муфт.

6. Перечислите все известные вам виды пассивных компонентов ВОЛС и их основные характеристики.

7. Каково назначение WDM устройств, каковы их основные параметры и перечислите физические явления, используемые в них.

8. Дайте сравнительный анализ различных типов оптических переключателей (коммутаторов) и приведите их параметры.

9. Перечислите методы соединения ОВ, проанализируйте их достоинства и недостатки с указанием среднего значения потерь.

10. Как влияет диаметр модового поля на параметры WDM устройств и как зависит от длины волны?

11. Каковы требования к оптическим разъемным соединителям (коннекторам)? Причины возникновения в них потерь.

12. Какие типы неразъемных оптических соединителей вы знаете? Где применяются разъемные и неразъемные соединения?

13. Перечислите достоинства и недостатки WDM устройств на дифракционных решетках и сравните их с WDM других видов.

Согласована на портале № 30426

14. Какие существуют способы соединения ОВ? Основные передаточные характеристики соединителей. Дайте их численное значение.

15. Конструкции соединительных муфт.

16. Назовите и дайте определения основных параметров оптических разветвителей.

17. Для чего предназначен аттенюатор? Какие типы аттенюаторов вы знаете?

18. Типы контакта в соединителях (коннекторах).

19. Виды оптических коннекторов, их основные характеристики и область применения.

20. В чем заключается технология PON. Архитектура PON?

21. Назовите основные виды разветвителей. Опишите принцип работы разветвителя.

22. Каково назначение оптического коммутатора. Принцип работы оптического коммутатора.

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Первая контрольная работа.

Стандарты ОВ наиболее широко использующиеся в ВОЛС в настоящее время.

Вторая контрольная работа.

Собственные потери в ОВ и потери в ОК и их физические причины.

Третья контрольная работа.

Дисперсия в ОВ, причины возникновения, как она проявляется, к чему она приводит и как она рассчитывается.

### 14.1.4. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Распространение оптических сигналов в ОВ, лучевая и волновая трактовка.

Затухание сигналов в ОВ

Дисперсия и полоса пропускания ОВ

Расчет длины элементарного кабельного участка

### 14.1.5. Темы лабораторных работ

Исследование затухания в ОВ и потерь на макроизгибах

Исследование дисперсионных характеристик ОВ

Исследование потерь в разъемных соединениях и коэффициентов деления делителей оптической мощности

## 14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

Согласована на портале № 30426

### 14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 30426