**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

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Волоконно-оптические устройства и системы технологического назначения**

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: **4, 5**
Семестр: **8, 9**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 8 семестр | 9 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 4 | 8 | 12 | часов |
| 2 | Практические занятия | 4 | 4 | 8 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 4 | 4 | 8 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 12 | 16 | 28 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 60 | 119 | 179 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 72 | 135 | 207 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 0 | 9 | 9 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 72 | 144 | 216 | часов |
| | | | | 6.0 | З.Е. |

Контрольные работы: 9 семестр - 2
Экзамен: 9 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 33412

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 _____ А. С. Перин

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

Заведующий кафедрой сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР) _____ С. Н. Шарангович

Согласована на портале № 33412

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

изучение студентами основных принципов построения волоконно - оптических устройств и систем сбора, передачи и обработки измерительной информации;

изучение физических основ измерения возмущений различной природы с помощью волоконно - оптических датчиков; вопросов расчета характеристик таких датчиков и путей улучшения этих характеристик.

### 1.2. Задачи дисциплины

– изучение явлений и эффектов в области волоконной оптики, а также в области проектирования, технологии и эксплуатации волоконно-оптических элементов, устройств и систем.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Волоконно-оптические устройства и системы технологического назначения» (Б1.В.ДВ.4.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Волоконно-оптические устройства и системы технологического назначения, Математика, Метрология и технические измерения, Оптические направляющие среды, Основы оптоэлектроники и волоконной оптики, Основы физической и квантовой оптики, Физика, Электромагнитные поля и волны.

Последующими дисциплинами являются: Волоконно-оптические устройства и системы технологического назначения, Многоволновые оптические системы связи, Оптические цифровые телекоммуникационные системы.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– 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;

– ПК-17 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные законы и соотношения волновой оптики и оптики направляющих диэлектрических структур; основы физики взаимодействия света со средой и основы нелинейной оптики в приложении к оптическим направляющим структурам; устройство, принципы работы и характеристики волоконно-оптических датчиков и измерительных систем различных физических воздействий; устройство, принципы работы и характеристики современных волоконно-оптических лазеров;

– **уметь** объяснять физические эффекты, лежащие в основе работы волоконно-оптических компонентов и приборов; применять на практике известные методы исследования волоконно-оптических элементов, устройств и систем; выполнять расчеты, связанные с определением параметров и характеристик волоконно-оптических компонентов, устройств и систем; проводить компьютерное моделирование и проектирование волоконно-оптических компонентов, устройств и систем, а также иметь представление о методах их компьютерной оптимизации; пользоваться справочными данными по волоконно-оптическим компонентам и приборам при проектировании инфокоммуникационных систем и сетей связи, сопоставляя особенности характеристик таких компонентов и приборов.

– **владеть** навыками чтения и изображения схем волоконно-оптических систем и сетей на основе современной элементной базы волоконной оптики; навыками расчета, проектирования и компьютерного моделирования волоконно-оптических элементов и устройств; навыками практической работы с волоконно-оптическими элементами, а также с лабораторными макетами различных волоконно-оптических приборов и с контрольно-измерительной аппаратурой.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в табли-

Согласована на портале № 33412

це 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры | |
|---|---|---|---|
| | | 8 семестр | 9 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 28 | 12 | 16 |
| Лекции | 12 | 4 | 8 |
| Практические занятия | 8 | 4 | 4 |
| Лабораторные работы | 8 | 4 | 4 |
| Самостоятельная работа (всего) | 179 | 60 | 119 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 20 | 8 | 12 |
| Проработка лекционного материала | 22 | 6 | 16 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 85 | 38 | 47 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 48 | 8 | 40 |
| Выполнение контрольных работ | 4 | 0 | 4 |
| Всего (без экзамена) | 207 | 72 | 135 |
| Подготовка и сдача экзамена | 9 | 0 | 9 |
| Общая трудоемкость, ч | 216 | 72 | 144 |
| Зачетные Единицы | 6.0 | | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | | | |
| 1 Введение. Классификация волоконно - оптических приборов и систем | 1 | 0 | 0 | 4 | 5 | ПК-17 |
| 2 Оптические компоненты волоконно-оптических датчиков | 3 | 4 | 4 | 56 | 67 | ПК-17, ПК-9 |
| Итого за семестр | 4 | 4 | 4 | 60 | 72 | |
| 9 семестр | | | | | | |
| 3 Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи | 2 | 1 | 4 | 20 | 27 | ПК-17, ПК-9 |
| 4 Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом | 2 | 1 | 0 | 59 | 62 | ПК-17, ПК-9 |
| 5 Волоконно - оптические гироскопы | 1 | 1 | 0 | 12 | 14 | ПК-17, ПК-9 |
| 6 Волоконные лазеры | 1 | 0 | 0 | 12 | 13 | ПК-17, ПК-9 |

Согласована на портале № 33412

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 Волоконно - оптические измерительные системы | 2 | 1 | 0 | 16 | 19 | ПК-17, ПК-9 |
| Итого за семестр | 8 | 4 | 4 | 119 | 135 | |
| Итого | 12 | 8 | 8 | 179 | 207 | |

**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 |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 1 Введение. Классификация волоконно - оптических приборов и систем | Цель и содержание курса, его связь с другими дисциплинами, основная и дополнительная литература. Классификация волоконно-оптических систем. Классификация волоконно-оптических датчиков по функциональному назначению волоконно-оптического тракта и методам модуляции оптического излучения. | 1 | ПК-17 |
| | Итого | 1 | |
| 2 Оптические компоненты волоконно-оптических датчиков | Волоконные световоды (ВС): ВС с двойным лучепреломлением; некварцевые ВС, особенности физических свойств и характеристик ВС для волоконно-оптических датчиков.Делители световых пучков, сумматоры, направленные ответвители, поляризаторы, оптические вентили, фазовые пластинки. Интегрально-оптические интерферометры, модуляторы интенсивности света и фазовые модуляторы, элементы для сдвига частоты света. | 3 | ПК-17, ПК-9 |
| | Итого | 3 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| 9 семестр | | | |
| 3 Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи | Датчики амплитудного типа для измерения температуры, механических величин, концентрации химических веществ. Датчики поляризационного типа для измерения магнитного поля, напряженности электрического поля, давления и ускорения. Датчики на основе сдвига частоты света для измерения скорости твердых тел, скорости сыпучих или жидких веществ. Схемы построения, основные характеристики, функции преобразования, области применения датчиков с волокном - линией передачи. | 2 | ПК-17, ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Волоконно-оптические датчики с волокном - | Датчики с использованием модуляции потерь для измерения микроперемещений, датчики на основе эффектов люминесценции. Волоконно-оптические | 2 | ПК-17, ПК-9 |

Согласована на портале № 33412

| | | | |
|---|---|---|---|
| чувствительным элементом | брэгговские решетки и датчики на их основе. Датчики на основе интерференции света. Интерферометрические схемы Маха - Цендера, Майкельсона, Фабри – Перо. Схемы построения, основные характеристики, функции преобразования и области применения. | | |
| | Итого | 2 | |
| 5 Волоконно - оптические гироскопы | Эффект Саньяка, основные схемы лазерных и волоконно – оптических гироскопов, основные характеристики и методы их улучшения, методы повышения чувствительности и снижения шумов. Примеры реализации волоконно-оптических гироскопов, основные особенности и характеристики реальных приборов. | 1 | ПК-17, ПК-9 |
| | Итого | 1 | |
| 6 Волоконные лазеры | История развития волоконных лазеров. Особенности конструкции и основные характеристики современных волоконных лазеров средней и большой мощности. Принцип работы, особенности конструкции, основные характеристики волоконных рамановских лазеров. | 1 | ПК-17, ПК-9 |
| | Итого | 1 | |
| 7 Волоконно - оптические измерительные системы | Идеология построения квазираспределенных волоконно-оптических систем для измерения характеристик распределения возмущения по площади. Типовые чувствительные элементы и примеры реализации волоконно-оптических измерительных систем квазираспределенного типа. Принципы построения распределенных волоконно-оптических измерительных систем. Волоконно-оптические датчики распределения возмущения. Примеры реализации и характеристики волоконно-оптических измерительных систем распределенного типа. | 2 | ПК-17, ПК-9 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 8 | |
| Итого | | 12 | |

**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 | 5 | 6 | 7 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 Волоконно-оптические устройства и системы технологического назначения | + | + | + | + | + | + | + |

Согласована на портале № 33412

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 Математика | | + | + | + | + | + | + |
| 3 Метрология и технические измерения | | + | + | + | + | + | + |
| 4 Оптические направляющие среды | + | + | + | + | + | + | + |
| 5 Основы оптоэлектроники и волоконной оптики | | + | + | + | + | + | + |
| 6 Основы физической и квантовой оптики | | + | + | + | + | + | + |
| 7 Физика | | + | + | + | + | + | + |
| 8 Электромагнитные поля и волны | + | + | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 Волоконно-оптические устройства и системы технологического назначения | + | + | + | + | + | + | + |
| 2 Многоволновые оптические системы связи | | + | + | + | + | + | + |
| 3 Оптические цифровые телекоммуникационные системы | | + | | + | + | + | + |

### 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. | |
| ПК-9 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| ПК-17 | + | + | + | + | Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Тест |

## 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 |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 33412

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 2 Оптические компоненты волоконно-оптических датчиков | Исследование эффективности ввода света в волоконный световод | 4 | ПК-17, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| 9 семестр | | | |
| 3 Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи | Исследование волоконно – оптического датчика микроперемещений на основе полимерного оптического волокна | 4 | ПК-17, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| 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 |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 2 Оптические компоненты волоконно-оптических датчиков | Методики расчета характеристик дискретных оптических элементов волоконно-оптических устройств: поляризаторов, фазовых пластинок, оптических изоляторов. Семинар. | 4 | ПК-17, ПК-9 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| 9 семестр | | | |
| 3 Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи | Расчет основных параметров волоконных световодов, параметров чувствительных элементов поляризационно-вращательного типа, характеристик датчиков. Семинар. | 1 | ПК-17, ПК-9 |
| | Итого | 1 | |
| 4 Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом | Расчет характеристик волоконных брэгговских и длиннопериодных решеток, встроенных интерферометров Фабри-Перо. Семинар. | 1 | ПК-17, ПК-9 |
| | Итого | 1 | |
| 5 Волоконно - оптические гироскопы | Расчет характеристик волоконных интерферометров Саньяка, как датчиков угловой скорости объекта. Семинар. | 1 | ПК-17, ПК-9 |
| | Итого | 1 | |
| 7 Волоконно - оптические измерительные системы | Расчет характеристик волоконных измерительных систем квазираспределенного и распределенного типа. Семинар. | 1 | ПК-17, ПК-9 |

Согласована на портале № 33412

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| Итого | | 8 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | |
| 1 Введение. Классификация волоконно - оптических приборов и систем | Проработка лекционного материала | 4 | ПК-17 | Тест |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Оптические компоненты волоконно-оптических датчиков | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ПК-17, ПК-9 | Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 38 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 56 | | |
| Итого за семестр | | 60 | | |
| 9 семестр | | | | |
| 3 Волоконно-оптические датчики с волокном – линией передачи | Выполнение контрольных работ | 2 | ПК-17, ПК-9 | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 20 | | |
| 4 Волоконно-оптические датчики с волокном - чувствительным элементом | Выполнение контрольных работ | 2 | ПК-17, ПК-9 | Контрольная работа, Тест, Экзамен |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | | |

Согласована на портале № 33412

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8 | | |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 33 | | |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 59 | | |
| 5 Волоконно - оптические гироскопы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ПК-17, ПК-9 | Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 6 Волоконные лазеры | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ПК-17, ПК-9 | Тест, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 7 Волоконно - оптические измерительные системы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8 | ПК-17, ПК-9 | Тест, Экзамен |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 6 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 16 | | |
| Итого за семестр | | 119 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 9 | | Экзамен |
| Итого | | 188 | | |

## 10. Курсовой проект / курсовая работа

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. Волоконно-оптические устройства технологического назначения: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2013. 198 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3709 (дата обращения: 26.06.2018).

Согласована на портале № 33412

### 12.2. Дополнительная литература

1. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Игнатов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 596 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/95150 (дата обращения: 26.06.2018).

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Волоконно-оптические устройства и приборы: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе / Шандаров В. М. - 2018. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7347 (дата обращения: 26.06.2018).
2. Исследование эффективности ввода света в волоконный световод: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (профиль - "Оптические системы и сети связи") / Шандаров В. М. - 2013. 8 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3705 (дата обращения: 26.06.2018).
3. Исследование волоконно-оптического датчика микроперемещений на основе полимерного оптического волокна: Методические указания к лабораторной работе / Шандаров В. М., Карпушин П. А. - 2011. 7 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/118 (дата обращения: 26.06.2018).

#### 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.

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

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

1. Рекомендуется использовать профессиональные и информационные базы данных, список и адреса которых доступны по ссылке: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

## 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 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,

Согласована на портале № 33412

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:

– Adobe Reader
– Google Chrome
– LibreOffice
– Microsoft Office 2007

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

Лаборатория ГПО «Оптоэлектроника»

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 329б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (6 шт.);
- Аппаратура ЦВОЛТ Транспорт-8х30 (2 крейта в стойке 19”);
- Осциллограф цифровой Tektronix TSD 2012B (1 шт.);
- Генератор сигналов SFG-2110 (1 шт.);
- Вольтметр цифровой GDM-8145 (1 шт.);
- Осциллограф GOS 620FG (1 шт.);
- Источник питания GPS-4251 (1 шт.);
- Стенд для записи голографических дифракционных решёток на фотополимерных материа-

Согласована на портале № 33412

лах (1 шт.);

- Стол оптический Standa (опоры (4 шт.), столешница (1 шт.));
- Анализатор лазерных пучков BS-FW-FX33 (1 шт.);
- Лазер LSD-DTL-317 (1 шт.);
- Лазер He-Ne ЛГН - 207 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Google Chrome
– Mozilla Firefox
– PTC Mathcad 15

**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.

Согласована на портале № 33412

## 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

1. Какая длина волны соответствует инфракрасному излучению?
а) 0,3 мкм
б) 0,6 мкм
в) 0,5 мкм
г) 1 мкм

2. Какова скорость света в вакууме?
а) 340 м/с
б) 3х10е8 м/с
в) 3х10е6 м/с
г) 3х10е9 м/с

3. Какие частицы переносят оптическую энергию?
а) фотоны
б) фононы
в) электроны
г) частицы оптическую энергию не переносят

4. Световые пучки с поперечным распределением интенсивности, описываемые функцией exp(-r2/h2), называются…
а) гауссовыми пучками
б) бесселевыми пучками
в) пучками Эйри
г) резонаторными пучками

5. Каким должен быть показатель преломления сердцевины оптического волновода n1 относительно показателя преломления оболочки n2?
а) n1= 1
б) n 1> n2
в) n 1< n2
г) n1= n2

6. Какова скорость распространения электромагнитной волны в волноводе, имеющем показатель преломления n = 3:
а) 340 м/с
б) 3х10е8 м/с
в) 10е8 м/с
г) 10е5 м/с

7. Условием проявления оптической нелинейности среды является…
а) зависимость диэлектрической проницаемости материала от интенсивности света
б) зависимость диэлектрической проницаемости материала от длины волны света
в) зависимость диэлектрической проницаемости материала от поляризации излучения
г) зависимость диэлектрической проницаемости материала от фазы волны излучения

8. Существуют следующие виды поляризации световых волн:
а) линейная, сферическая, круговая
б) плоская, выпуклая

Согласована на портале № 33412

в) линейная, эллиптическая, круговая
г) линейная, тангенсальная

9. Элементом, преобразующим состояние поляризации световой волны, является…
а) линза
б) фазовая пластинка
в) светофильтр
г) призма

10. В случае если диэлектрическая восприимчивость среды не зависит от напряженности светового поля, среда является…
а) нелинейной
б) однородной
в) линейной
г) анизотропной

11. Угол падения, при котором отражённый луч полностью поляризован, называется …
а) углом Гаусса
б) углом Брюстера
в) углом Фарадея
г) углом Снеллиуса

12. В средах, с каким типом нелинейности возможна генерация второй гармоники?
а) только в линейных средах
б) в средах с кубичной нелинейностью
в) в средах с квадратичной нелинейностью
г) нет правильного ответа

13. Керровскими средами называют среды…
а) линейные
б) с кубичной нелинейностью
в) с квадратичной нелинейностью
г) нет правильного ответа

14. Среда, свойства которой в различных направлениях различны, например, среда, которая для разных направлений световой волны имеет разные значения показателя преломления, называется…
а) изотропной
б) анизотропной
в) однородной
г) неоднородной

15. Геометрическое место точек, в которых фаза волны одинакова, называется…
а) волновым фронтом
б) амплитудным фронтом
в) поляризационным фронтом
г) плоским фронтом

16. Световая волна с векторами $\bar{E}$ и $\bar{H}$, направление которых может быть однозначно определено в любой момент времени в любой точке пространства, называется…
а) определенной
б) фазовой
в) поляризованной
г) интегральной

Согласована на портале № 33412

17. Эффект фоторефракции заключается в изменении…
а) оптического поглощения
б) показателя преломления
в) оптического пропускания
г) коэффициента связи мод

18. Электрооптический эффект заключается…
а) в изменении показателя преломления среды под действием изменения температуры
б) в изменении показателя преломления среды под действием приложенного физического воздействия
в) в изменении показателя преломления среды под действием приложенного постоянного или переменного электрического поля
г) в изменении показателя преломления среды под действием магнитного поля

19. Проявление фоторефрактивного эффекта происходит, если в рассматриваемой среде развиваются следующие элементарные процессы…
а) фотовозбуждение свободных носителей электрического заряда
б) пространственное перераспределение носителей заряда
в) модуляция показателя преломления среды
г) все ответы верны

20. Пространственное перераспределение носителей заряда может быть обусловлено…
а) тепловой диффузией
б) дрейфом носителей заряда
в) фотовольтаическим эффектом
г) все ответы верны

**14.1.2. Экзаменационные вопросы**

1. Структурная схема преобразования физической величины в волоконно – оптических датчиках.
2. Основные параметры ВОД.
3. Механизмы птерь света в волоконных световодах.
4. Неволоконные компоненты волоконно – оптических устройств: фазовые пластинки.
5. Оптические изоляторы: пример реализации.
6. Пример электрооптического модулятора интенсивности света.
7. Принцип работы волоконно – оптического лазера, использующего эффект комбинационного рассеяния.
8. Структурная схема распределенной ВО измерительной системы, принцип ее работы
9. Принцип построения датчика температуры с измерением теплового излучения в ВОД с волокном - линией передачи.
10. Схема оптического зонда для измерения смещений и колебаний.
11. Принцип действия и схема ВОД поляризационно - вращательного типа.
12. Схема датчика магнитного поля на основе эффекта Фарадея (волокно - линия передачи).
13. Типы волоконно - оптических интерферометров.
14. Базовая схема гомодинного интерферометра Маха - Цендера.
15. Выражение для интенсивности света на выходе интерферометра Маха - Цендера.
16. Как выбирают рабочую точку в интерферометре Маха - Цендера?
17. Схема и принцип работы интерферометра Фабри - Перо. Пример ВОД на основе интерферометра Фабри - Перо.
18. Суть эффекта Саньяка. Классическая схема волоконно - оптического гироскопа.
19. Схема волоконно - оптического гироскопа с кольцевым резонатором пассивного типа.
20. Волоконно-оптические брэгговские решетки и длинно-периодные волоконные решетки – что это такое и в чем их различия?
21. Соотношение между периодом волоконно-оптической брэгговской решетки и длиной

Согласована на портале № 33412

волны света, на которой решетка является брэгговской.

22. Принцип работы чувствительного элемента датчика упругих деформаций на основе волоконно-оптической брэгговской решетки.

23. Методы формирования ВОБР. Пример схемы формирования ВОБР.

24. Пример схемы обработки сигнала датчика на основе ВОБР.

25. Схема волоконно-оптического лазера. Основные компоненты. Пути достижения высокой выходной мощности в таких лазерах.

26. Суть эффекта комбинационного рассеяния света. Принцип работы волоконно – оптического лазера, использующего эффект комбинационного рассеяния.

27. Классификация волоконно-оптических измерительных систем.

28. Схемы декодирования информации в ВО системах с чувствительными элементами в виде ВОБР.

29. Распределенные ВО датчики.

30. ВО технологические системы распределенного типа.

#### 14.1.3. Темы контрольных работ

1. Расчет потерь света в волоконных световодах.
2. Расчет основных параметры ВОД.

#### 14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование волоконно – оптического датчика микроперемещений на основе полимерного оптического волокна

Исследование эффективности ввода света в волоконный световод

### 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 |

### 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.

Согласована на портале № 33412

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 № 33412