**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«18» _____12_____ 2019 г.

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: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **4, 5**
Семестр: **8, 9**
Учебный план набора 2020 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 8 семестр | 9 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 2 | 6 | 8 | часов |
| Практические занятия | | 4 | 4 | часов |
| Лабораторные занятия | | 8 | 8 | часов |
| Самостоятельная работа | 34 | 84 | 118 | часов |
| Контрольные работы | | 2 | 2 | часов |
| Подготовка и сдача зачета | | 4 | 4 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 36 | 108 | 144 | часов |
| | | | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр | Количество |
|---|---|---|
| Зачет | 9 | |
| Контрольные работы | 9 | 1 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.12.2019
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 65393

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. 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

1. 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

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля).
Индекс дисциплины: Б1.В.1.11.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 65393

| | | |
|---|---|---|
| ПКР-4. Способность осуществлять мониторинг состояния и проверку качества работы, проведение измерений и диагностику ошибок и отказов телекоммуникационного оборудования, сетевых устройств, программного обеспечения инфокоммуникаций | ПКР-4.1. Знает методику и средства измерений, используемые для контроля качества работы оборудования, трактов и каналов передачи, программное обеспечение оборудования, документацию по системам качества работы предприятий связи. | Знает как расчитать, спроектировать и смоделировать на компьютере волоконно-оптические элементы и устройства. |
| | ПКР-4.2. Умеет анализировать результаты и устанавливать соответствие параметров работы оборудования действующим отраслевым нормативам. | Умеет пользоваться справочными данными по волоконно-оптическим компонентам и приборам при проектировании инфокоммуникационных систем и сетей связи, сопоставляя особенности характеристик таких компонентов и приборов. |
| | ПКР-4.3. Владеет навыками инструментальных измерений, используемых в области телекоммуникаций, и оценки их соответствия техническим нормам и параметрам оборудования и каналов передачи установленным эксплуатационно-техническим нормам, ведения документации по результатам измерений. | Владеет навыками чтения и изображения схем волоконно-оптических систем и сетей на основе современной элементной базы волоконной оптики. |

Согласована на портале № 65393

| | | |
|---|---|---|
| ПКС-1. Способен выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования | ПКС-1.1. Знает принципы построения и функционирования основных узлов оконечной и линейной аппаратуры оптических цифровых телекоммуникационных систем передачи, а также технологии мультиплексирования, используемые в ЦВОСП. Знает виды специализированной измерительной аппаратуры, отраслевые стандарты связи и рекомендации МСЭ-Т, а также терминологию оптических телекоммуникационных систем передачи | Знает принципы построения и проектирования волоконно-оптических компонентов, устройств и систем, а также иметь представление о методах их компьютерной оптимизации. Знает виды специализированной измерительной аппаратуры, отраслевые стандарты связи и рекомендации МСЭ-Т, а также терминологию оптических телекоммуникационных систем передачи. |
| | ПКС-1.2. Умеет пользоваться справочными характеристиками при проектировании сетей доступа и транспортных сетей ЕСЭ РФ. Умеет собирать, анализировать исходные данные и квалифицированно проводить расчеты наиболее важных параметров цифровых волоконно-оптических линейных трактов. Умеет теоретически и экспериментально оценивать качество передачи информации по цифровым волоконно-оптическим линейным трактам | Умеет пользоваться справочными данными по волоконно-оптическим компонентам и приборам при проектировании инфокоммуникационных систем и сетей связи, сопоставляя особенности характеристик таких компонентов и приборов. |
| | ПКС-1.3. Владеет навыками работы со специализированной контрольно-измерительной аппаратурой, используемой в оптических цифровых телекоммуникационных системах. Владеет готовностью к созданию условий для развития российской инфраструктуры связи, обеспечения ее интеграции с международными сетями связи. Владеет готовностью содействовать внедрению перспективных технологий и стандартов в области оптической связи | Владеет навыками работы со специализированной контрольно-измерительной аппаратурой, используемой в оптических цифровых телекоммуникационных системах. Владеет готовностью к созданию условий для развития российской инфраструктуры связи, обеспечения ее интеграции с международными сетями связи. Владеет готовностью содействовать внедрению перспективных технологий и стандартов в области оптической связи. |

Согласована на портале № 65393

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры | |
|---|---|---|---|
| | | 8 семестр | 9 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 22 | 2 | 20 |
| Лекционные занятия | 8 | 2 | 6 |
| Практические занятия | 4 | | 4 |
| Лабораторные занятия | 8 | | 8 |
| Контрольные работы | 2 | | 2 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 118 | 34 | 84 |
| Подготовка к тестированию | 56 | 34 | 22 |
| Подготовка к зачету | 28 | | 28 |
| Подготовка к контрольной работе | 22 | | 22 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 12 | | 12 |
| **Подготовка и сдача зачета** | 4 | | 4 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 36 | 108 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 4 | 1 | 3 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без зачета) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **8 семестр** | | | | | | |
| 1 Введение. Классификация волоконно - оптических приборов и систем | 1 | - | - | 17 | 18 | ПКС-1 |
| 2 Оптические компоненты волоконно-оптических датчиков | 1 | - | - | 17 | 18 | ПКС-1 |
| Итого за семестр | 2 | 0 | 0 | 34 | 36 | |
| **9 семестр** | | | | | | |
| 5 Распределенные волоконно-оптические датчики | 1 | 1 | 6 | 21 | 31 | ПКР-4, ПКС-1 |
| 6 Волоконно - оптические измерительные системы | 1 | 1 | 2 | 21 | 25 | ПКР-4, ПКС-1 |
| 7 Волоконно - оптические гироскопы. | 3 | 1 | - | 21 | 25 | ПКР-4, ПКС-1 |
| 8 Волоконные лазеры | 1 | 1 | - | 21 | 23 | ПКР-4, ПКС-1 |

Согласована на портале № 65393

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Итого за семестр | 6 | 4 | 8 | 84 | 102 | |
| Итого | 8 | 4 | 8 | 118 | 138 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), 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 | ПКС-1 |
| | 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. | 1 | ПКС-1 |
| | Итого | 1 | |
| | Итого за семестр | 2 | |
| **9 семестр** | | | |
| 5 Распределенные волоконно-оптические датчики | Основным назначением распределенных волоконно-оптических измерительных систем является определение пространственного распределения физических величин или параметров некоторых физических полей. | 1 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 1 | |

Согласована на портале № 65393

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 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. | 1 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 1 | |
| 7 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. | 2 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | 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 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 3 | |
| 8 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 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 6 | |
| Итого | | 8 | |

**5.3. Контрольные работы**

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.
Таблица 5.3 – Контрольные работы

Согласована на портале № 65393

| № п.п. | Виды контрольных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **9 семестр** | | | |
| 1 | Контрольная работа | 2 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого за семестр | 2 | |
| | Итого | 2 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **9 семестр** | | | |
| 5 Распределенные волоконно-оптические датчики | Исследование оптического датчика линейного перемещения объекта, построенного по схеме оптического зонда | 4 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Исследование поляризационных свойств планарного оптического волновода в ниобате лития, полученного методом ионной имплантации | 2 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 6 | |
| 6 Волоконно - оптические измерительные системы | Исследование волоконно – оптического датчика микроперемещений на основе полимерного оптического волокна | 2 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| | Итого за семестр | 8 | |
| | Итого | 8 | |

### 5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **9 семестр** | | | |
| 5 Распределенные волоконно-оптические датчики | Основным назначением распределенных волоконно-оптических измерительных систем является определение пространственного распределения физических величин или параметров некоторых физических полей | 1 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 1 | |

Согласована на портале № 65393

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 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. | 1 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 1 | |
| 7 Волоконно - оптические гироскопы. | Принцип действия оптического гироскопа. Повышение стабильности волоконно-оптических гироскопов. Методы повышения чувствительности волоконно-оптических гироскопов. | 1 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 1 | |
| 8 Волоконные лазеры | Достоинства волоконно-оптических датчиков. Основные конструкции непрерывных волоконных лазеров. Волоконные рамановские лазеры. | 1 | ПКР-4, ПКС-1 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| Итого | | 4 | |

### 5.6. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **8 семестр** | | | | |
| 1 Введение. Классификация волоконно - оптических приборов и систем | Подготовка к тестированию | 17 | ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 17 | | |
| 2 Оптические компоненты волоконно-оптических датчиков | Подготовка к тестированию | 17 | ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 17 | | |

Согласована на портале № 65393

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Итого за семестр | 34 | | |
| **9 семестр** | | | | |
| 5 Распределенные волоконно-оптические датчики | Подготовка к зачету | 5 | ПКР-4, ПКС-1 | Зачёт |
| | Подготовка к контрольной работе | 5 | ПКР-4, ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6 | ПКР-4, ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 21 | | |
| 6 Волоконно - оптические измерительные системы | Подготовка к зачету | 5 | ПКР-4, ПКС-1 | Зачёт |
| | Подготовка к контрольной работе | 5 | ПКР-4, ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6 | ПКР-4, ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 21 | | |
| 7 Волоконно - оптические гироскопы. | Подготовка к зачету | 9 | ПКР-4, ПКС-1 | Зачёт |
| | Подготовка к контрольной работе | 6 | ПКР-4, ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 21 | | |
| 8 Волоконные лазеры | Подготовка к зачету | 9 | ПКР-4, ПКС-1 | Зачёт |
| | Подготовка к контрольной работе | 6 | ПКР-4, ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПКР-4, ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 21 | | |
| | Итого за семестр | 84 | | |
| | Подготовка и сдача зачета | 4 | | Зачет |
| | Итого | 122 | | |

### 5.8. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |

Согласована на портале № 65393

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ПКР-4 | + | + | + | + | Зачёт, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование |
| ПКС-1 | + | + | + | + | Зачёт, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Шандаров, В. М. Волоконно-оптические устройства технологического назначаения: Учеюное пособие [Электронный ресурс] / В. М. Шандаров. 2 - изд., стер. — Томск: ТУСУР, 2019. — 197 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10366.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс] [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.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Волоконно-оптические устройства и системы технологического назначения и управления: Учебно-методическое пособие / В. М. Шандаров - 2019. 31 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10367.

2. Исследование оптического датчика линейного перемещения объекта, построенного по схеме оптитческого зонда: Методические указания к лабораторной работе / В. Круглов - 2019. 6 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10354.

3. Исследование поляризационных свойств планарного оптического волновода в ниобате лития, полученного методом ионной имплантации: Методические указания к лабораторной работе / В. Круглов - 2019. 6 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10355.

4. Исследование волоконно-оптического датчика микроперемещений на основе полимерного оптического волокна: Методические указания к лабораторной работе / В. Круглов - 2019. 7 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10353.

5. Г.С. Ландсберг. Оптика: Учебное пособие для вузов/ - 6-е изд., стереотип. - М.:Физматлит, 2006. - 848 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.).

6. А.Ф. Котюк. Датчики в современных измерениях - М. : Радио и связь, 2006 ; М. : Горячая линия-Телеком, 2006. - 95 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.).

7. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника : Учебник для вузов / А. Н. Пихтин. - М. : Высшая школа, 2001. - 574[2] с. : ил. - Библиогр.: с. 571. (наличие в библиотеке ТУСУР - 144 экз.).

#### 7.3.2. 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:**

Согласована на портале № 65393

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. 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, 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:
- Проектор;
- Проекционный экран;
- Информационный стенд - 7 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;

### 8.3. 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:

Согласована на портале № 65393

- Проектор;
- Проекционный экран;
- Информационный стенд - 7 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:
- Google Chrome;
- Mozilla Firefox;
- PTC Mathcad 15;

### 8.4. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.5. 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 зрения** 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.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения

Согласована на портале № 65393

**дисциплины**

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Введение. Классификация волоконно - оптических приборов и систем | ПКС-1 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Оптические компоненты волоконно-оптических датчиков | ПКС-1 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 5 Распределенные волоконно-оптические датчики | ПКР-4, ПКС-1 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 6 Волоконно - оптические измерительные системы | ПКР-4, ПКС-1 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 7 Волоконно - оптические гироскопы. | ПКР-4, ПКС-1 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 8 Волоконные лазеры | ПКР-4, ПКС-1 | Зачёт | Перечень вопросов для зачета |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Согласована на портале № 65393

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

Согласована на портале № 65393

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

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) 3x10e8 м/с
   в) 3x10e6 м/с
   г) 3x10e9 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) 3x10e8 м/с
   в) 10e8 м/с
   г) 10e5 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
   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 …

Согласована на портале № 65393

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 E □ и H □, направление которых может быть однозначно определено в любой момент времени в любой точке пространства, называется…
    а) определенной
    б) фазовой
    в) поляризованной
    г) интегральной.
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.

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета

Согласована на портале № 65393

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 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.

### 9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Основные параметры ВОД.
2. Механизмы потерь света в волоконных световодах.
3. Оптические изоляторы: пример реализации.
4. Пример электрооптического модулятора интенсивности света.
5. Типы волоконно - оптических интерферометров.

### 9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование оптического датчика линейного перемещения объекта, построенного по схеме оптического зонда
2. Исследование поляризационных свойств планарного оптического волновода в ниобате лития, полученного методом ионной имплантации
3. Исследование волоконно – оптического датчика микроперемещений на основе полимерного оптического волокна

## 9.2. Методические рекомендации

Согласована на портале № 65393

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. 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:

Согласована на портале № 65393

– 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 № 65393

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 4 от «28» 11 2019 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР | С.Н. Шарангович | Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956 |
| Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР | С.Н. Шарангович | Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |
| Декан ЗиВФ | И.В. Осипов | Согласовано, 126832c4-9aa6-45bd-8e71-e9e09d25d010 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. СВЧиКР | А.С. Перин | Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe |
| Профессор, каф. СВЧиКР | С.Н. Шарангович | Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. СВЧиКР | В.Г. Круглов | Разработано, 2f14f92d-7f1d-47c9-b885-e20b14ad2255 |
| Доцент, каф. СВЧиКР | А.С. Перин | Разработано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe |

Согласована на портале № 65393