**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 УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ОПТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЯЮЩИЕ СРЕДЫ И ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ВОЛС

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовые и оптические системы связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 36 | 36 | часов |
| Практические занятия | 36 | 36 | часов |
| Лабораторные занятия | 24 | 24 | часов |
| Самостоятельная работа | 84 | 84 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 216 | 216 | часов |
| | 6 | 6 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 5 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 79253

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Получение специальных знаний о принципах работы оптических волокон, использующихся в волоконно-оптических линиях связи (ВОЛС).
2. Знакомство с технологией изготовления оптических волокон, особенностями их стыковки между собой в оптоволоконных линиях связи.
3. Изучение основных типов оптических волокон, оптических кабелей связи, соединительных муфт и пассивных компонентов волоконно-оптических сетей.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Ознакомление с принципами передачи информации по волоконно-оптическим локальным сетям, с особенностями современных технологий их монтажа.
2. Изучение основ проектирования волоконно-оптических кабельных систем, организации работ по инсталляции и эксплуатации таких систем.
3. Учет особенностей программного обеспечения при проектировании и обслуживании ВОЛС.
4. Изучение оптических компонентов волоконных линий связи.
5. Изучить методы настройки и диагностики волоконно-оптических линий связи.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.06.
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 № 79253

| | | |
|---|---|---|
| ПК-3. Способен проводить расчеты по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования | ПК-3.1. Знает методы расчетов по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования | Применяет методы расчетов сегментов сетей при их проектировании, а также использует разработанные методики для средств инфокоммуникаций, включая и стандартные методы, а также средства автоматизации проектирования. |
| | ПК-3.2. Умеет выполнять расчеты по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования | Выполняет технически сложные расчеты сегментов сетей по проекту и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, средств автоматизации проектирования |
| | ПК-3.3. Владеет методами расчетов по проекту сетей и средств инфокоммуникаций с использованием стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования | Применяет современные методы расчетов сегментов сетей по проекту с использованием средств автоматизации проектирования. |
| ПК-4. Способен разрабатывать рабочую и проектную документацию и осуществлять контроль ее соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | ПК-4.1. Знает способы разработки рабочей и проектной документации и осуществления контроля ее соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Использует современные способы разработки рабочей и проектной документации, осуществляет контроль ее соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |
| | ПК-4.2. Умеет разрабатывать рабочую и проектную документацию и осуществлять контроль ее соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Разрабатывает рабочую и проектную документацию, осуществляет контроль ее соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |
| | ПК-4.3. Владеет способами разработки рабочей и проектной документацию и осуществения контроля ее соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Применяет современные способы разработки рабочей и проектной документацию и осуществляет контроль соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |

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

Согласована на портале № 79253

**и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 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 |
|---|---|---|
| | | 5 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 96 | 96 |
| Лекционные занятия | 36 | 36 |
| Практические занятия | 36 | 36 |
| Лабораторные занятия | 24 | 24 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 84 | 84 |
| Подготовка к тестированию | 16 | 16 |
| Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 24 | 24 |
| Написание отчета по лабораторной работе | 28 | 28 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 16 | 16 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 216 | 216 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 6 | 6 |

## 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 экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | | | |
| 1 Современные высокоскоростные лини связи. Классификация оптических кабелей связи и их маркировка. | 4 | 4 | - | 6 | 14 | ПК-3, ПК-4 |
| 2 Физические основы передачи света по оптическому волокну | 4 | 10 | 6 | 20 | 40 | ПК-3, ПК-4 |
| 3 Характеристики оптических потерь в оптическом волокне | 4 | 4 | 6 | 18 | 32 | ПК-3, ПК-4 |
| 4 Дисперсия в оптическом волокне, виды и методы компенсации | 6 | 7 | - | 6 | 19 | ПК-3, ПК-4 |
| 5 Пассивные компоненты ВОЛС | 6 | 8 | 12 | 24 | 50 | ПК-3, ПК-4 |
| 6 Планарные оптические волноводы | 4 | - | - | 2 | 6 | ПК-3, ПК-4 |
| 7 Полимерные оптические волокна | 4 | 2 | - | 6 | 12 | ПК-3, ПК-4 |
| 8 Фотоиндуцированные оптические волокна | 4 | 1 | - | 2 | 7 | ПК-3, ПК-4 |
| Итого за семестр | 36 | 36 | 24 | 84 | 180 | |
| Итого | 36 | 36 | 24 | 84 | 180 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Согласована на портале № 79253

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 |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 1 Современные высокоскоростные лини связи. Классификация оптических кабелей связи и их маркировка. | Предмет и задачи курса. Общие принципы построения сети электросвязи РФ. Классификация направляющих сред передачи и сравнительная оценка средств передачи информации с использованием электрических направляющих систем и ВОЛС. Место и роль оптических направляющих сред передачи (ОНСП) в современных системах связи. Структура волоконно-оптической линии связи | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Физические основы передачи света по оптическому волокну | 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 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Характеристики оптических потерь в оптическом волокне | Затухание света в ОВ: Окна прозрачности, рэлеевское рассеяние и его применение, УФ и ИК потери в ОВ, потери на микроизгибах и суммарные потери. | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Дисперсия в оптическом волокне, 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. | 6 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 6 | |

Согласована на портале № 79253

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Пассивные компоненты ВОЛС | Устройства ввода излучения. Разъёмные и неразъемные соединения. Типы коннекторов и их технические характеристики. Сварка ОВ. Оптические разветвители и ответвители. Типы и основные параметры симметричных и несимметричных распределителей оптического излучения. Оптические аттенюаторы, изоляторы, циркуляторы. Оптические переключатели (коммутаторы). Коммутационно-распределительные устройства. | 6 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 6 | |
| 6 Планарные оптические волноводы | Гибридная интегральная оптика. Конструкция планарных оптических волноводов (ПОВ) и их виды. Пассивные элементы ПОВ и способы ввода и вывода оптического излучения. Устройства на основе ПОВ. | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Полимерные оптические волокна | Пластиковое оптическое волокно (POF), изготовление, область применения. Окна прозрачности и поглощение. Коннекторы, монтаж и установка POF. | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 8 Фотоиндуцированные оптические волокна | Механизмы индуцированного изменения показателя преломления, используемые для создания оптических волокон. Методики формирования, записанных лазерным лучом оптических волноводов. Продольная и ортогональная схемы записи. Первый, второй и третий типы записанных волноводов. | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 36 | |
| Итого | | 36 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 1 Современные высокоскоростные лини связи. Классификация оптических кабелей связи и их маркировка. | Зеркальный световод | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 79253

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Физические основы передачи света по оптическому волокну | Оптическая линия связи в слоистой среде. | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Параметры оптических волноводов. | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Сравнительный анализ свойств оптических волокон из разных материалов. | 3 | ПК-3, ПК-4 |
| | Оптический волновод на основе линзовой системы | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Тест 1 | 1 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 10 | |
| 3 Характеристики оптических потерь в оптическом волокне | Оптический волновод в среде с водой. | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Дисперсия в оптическом волокне, виды и методы компенсации | Дисперсия в оптическом волокне. | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Определение участка регенерации ВОЛС | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Тест 2 | 1 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 7 | |
| 5 Пассивные компоненты ВОЛС | Соединение оптических волокон. | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Расчет волоконно-оптического микрофона. | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Определить длину элементарного кабельного участка | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Скалыватель оптических волокон | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 8 | |
| 7 Полимерные оптические волокна | Пластиковое оптическое волокно — патч корд | 2 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Фотоиндуцированные оптические волокна | Тест 3 | 1 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 36 | |
| Итого | | 36 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| 2 Физические основы передачи света по оптическому волокну | Измерение потерь в одномодовых оптических волокнах при изгибах с различным радиусом и углом. | 6 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 6 | |

Согласована на портале № 79253

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Характеристики оптических потерь в оптическом волокне | Измерение параметров различных типов оптических кабелей | 6 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Пассивные компоненты ВОЛС | Сравнительный анализ эффективности ввода излучения в оптическое волокно. | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Определение характеристик оптических аттенюаторов. | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Определение свойств разъемного соединения оптических волокон. | 4 | ПК-3, ПК-4 |
| | Итого | 12 | |
| Итого за семестр | | 24 | |
| Итого | | 24 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| 1 Современные высокоскоростные лини связи. Классификация оптических кабелей связи и их маркировка. | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3, ПК-4 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 4 | ПК-3, ПК-4 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 6 | | |
| 2 Физические основы передачи света по оптическому волокну | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3, ПК-4 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 4 | ПК-3, ПК-4 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 10 | ПК-3, ПК-4 | Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-3, ПК-4 | Лабораторная работа |
| | Итого | 20 | | |

Согласована на портале № 79253

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 Характеристики оптических потерь в оптическом волокне | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3, ПК-4 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 4 | ПК-3, ПК-4 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПК-3, ПК-4 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 8 | ПК-3, ПК-4 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 18 | | |
| 4 Дисперсия в оптическом волокне, виды и методы компенсации | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3, ПК-4 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 4 | ПК-3, ПК-4 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 6 | | |
| 5 Пассивные компоненты ВОЛС | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3, ПК-4 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 4 | ПК-3, ПК-4 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 8 | ПК-3, ПК-4 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 10 | ПК-3, ПК-4 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 24 | | |
| 6 Планарные оптические волноводы | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3, ПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 2 | | |
| 7 Полимерные оптические волокна | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3, ПК-4 | Тестирование |
| | Написание отчета по практическому занятию (семинару) | 4 | ПК-3, ПК-4 | Отчет по практическому занятию (семинару) |
| | Итого | 6 | | |
| 8 Фотоиндуцированные оптические волокна | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-3, ПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 2 | | |
| Итого за семестр | | 84 | | |

Согласована на портале № 79253

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 120 | | |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-3 | + | + | + | + | Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование, Экзамен |
| ПК-4 | + | + | + | + | Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию (семинару), Тестирование, Экзамен |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| Лабораторная работа | 5 | 5 | 10 | 20 |
| Тестирование | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Отчет по лабораторной работе | 5 | 5 | 10 | 20 |
| Отчет по практическому занятию (семинару) | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 20 | 20 | 30 | 100 |
| Нарастающим итогом | 20 | 40 | 70 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

Согласована на портале № 79253

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Андреев, В.А. Направляющие системы электросвязи. В 2-х томах. Том 1– Теория передачи и влияния: 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.

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

### 7.2. Дополнительная литература

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

2. Скляров, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи / О. К. Скляров. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 268 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/322565.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Оптические направляющие среды: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам для студентов направления 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / А. С. Перин, Н. Д. Хатьков, С. Н. Шарангович - 2018. 58 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8868.

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

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

#### 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;

Согласована на портале № 79253

– 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.

### 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:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- PDF-XChange Viewer;
- PDFCreator;
- PTC Mathcad 15;

### 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

Согласована на портале № 79253

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:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- PDF-XChange Viewer;
- PDFCreator;
- 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.

Согласована на портале № 79253

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 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 Современные высокоскоростные лини связи. Классификация оптических кабелей связи и их маркировка. | ПК-3, ПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 2 Физические основы передачи света по оптическому волокну | ПК-3, ПК-4 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |

Согласована на портале № 79253

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Характеристики оптических потерь в оптическом волокне | ПК-3, ПК-4 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 4 Дисперсия в оптическом волокне, виды и методы компенсации | ПК-3, ПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 5 Пассивные компоненты ВОЛС | ПК-3, ПК-4 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |
| 6 Планарные оптические волноводы | ПК-3, ПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 7 Полимерные оптические волокна | ПК-3, ПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по практическому занятию (семинару) | Темы практических занятий |

Согласована на портале № 79253

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 Фотоиндуцированные оптические волокна | ПК-3, ПК-4 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

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

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

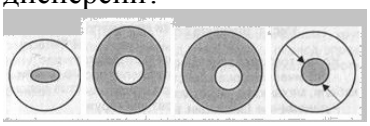
| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность 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. |

Согласована на портале № 79253

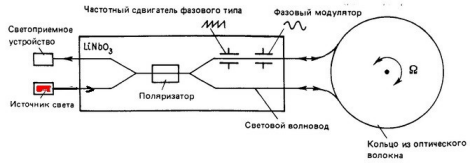
| | |
|---|---|
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, 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. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

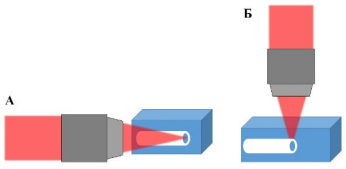
1. От каких параметров волокна зависит дисперсия ( диаметра, длины, материала оболочки)?
2. Влияют ли подобные внутренние напряжения на проявление поляризационно-модовой дисперсии?



3. Для каких оптических волокон характерны параметры светопотерь = 200-500 дБ/км при длине волны 680 нм?
   а - ПОВ  б - ВОЛС  в - КОС
4. Имеют ли микроструктурированные волокна в своей основе фотонный кристалл?
   а - Они из него и сделаны — имеют
   б - Фотонных кристаллов не существует, как из света сделать кристалл — невозможно
   в - на основе полимеров
   г - на основе пьезоэлементов
5. Как называется это устройство?

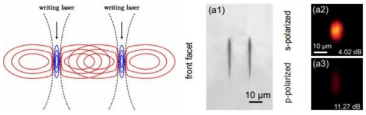



   а - Оптический процессор
   б - Планарный интерферометр
   в - Гироскоп
   г - Гиратор
6. Как называются схемы записи оптических волноводов?




   а - А) — продольная
   б- Б) — ортогональная
   в - А) — линейная
   г - Б) — вертикальная
7. Каков диаметр ПОВ?
   а - 9-12 мкм
   б - 24-50 мкм
   в - более 400 мкм
   г - 350 мкм
8. Какого типа волновод представлен на микрофотографии?

Согласована на портале № 79253




а - Тип -1
б - Тип -2
в - Тип -3
г - Тип -4

9. Какой апертурный угол может быть у ПОВ?
   а - Небольшой — до 12 градусов
   б - Максимальный — до 30 градусов
   в - Супер большой — до 60 градусов
   г - Супер маленький - до 5 градусов
10. Какому окну прозрачности кварцевого волокна соответствуют длины световых волн 1310нм, 1550нм ?
    а - (1-2)
    б - (3-4)
    в - (2-3)
    г - (5-6)

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Место и роль оптических направляющих сред передачи (ОНСП) в современных системах связи. Структура волоконно-оптической линии связи
2. Типы ОВ и их конструкции. Лучевой анализ распространения излучения в ОВ: полное внутреннее отражение, числовая апертура.
3. Волновой анализ распространения излучения в ОВ: профиль показателя преломления, нормированная частота, число мод многомодового волокна, длинна волны отсечки.
4. Окна прозрачности, рэлеевское рассеяние и его применение, УФ и ИК потери в ОВ, потери на микроизгибах и суммарные потери
5. Дисперсия и полоса пропускания ОВ. Межмодовая, материальная, и внутримодовая (волноводная) дисперсия. Поляризационная модовая дисперсия.
6. Влияние дисперсии на передачу сигналов по ОВ. Пропускная способность ОВ.
7. Гибридная интегральная оптика. Конструкция планарных оптических волноводов (ПОВ) и их виды.
8. Пассивные элементы ПОВ и способы ввода и вывода оптического излучения. Устройства на основе ПОВ.
9. Устройства ввода излучения. Разъёмные и неразъемные соединения.
10. Типы коннекторов и их технические характеристики. Сварка ОВ. Оптические разветвители и ответвители.
11. Типы и основные параметры симметричных и несимметричных распределителей оптического излучения.
12. Оптические аттенюаторы, изоляторы, циркуляторы. Оптические переключатели (коммутаторы). Коммутационно-распределительные устройства.

### 9.1.3. Темы практических занятий

1. Зеркальный световод
2. Оптическая линия связи в слоистой среде.
3. Параметры оптических волноводов.
4. Сравнительный анализ свойств оптических волокон из разных материалов.
5. Оптический волновод в среде с водой.
6. Дисперсия в оптическом волокне.
7. Определение участка регенерации ВОЛС
8. Соединение оптических волокон.
9. Расчет волоконно-оптического микрофона.
10. Определить длину элементарного кабельного участка
11. Скалыватель оптических волокон
12. Пластиковое оптическое волокно — патч корд

Согласована на портале № 79253

### 9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Измерение потерь в одномодовых оптических волокнах при изгибах с различным радиусом и углом.
2. Измерение параметров различных типов оптических кабелей
3. Сравнительный анализ эффективности ввода излучения в оптическое волокно.
4. Определение характеристик оптических аттенюаторов.
5. Определение свойств разъемного соединения оптических волокон.

## 9.2. Методические рекомендации

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 |

Согласована на портале № 79253

| | | |
|---|---|---|
| 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:

– 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 № 79253

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 4 от «20» 11 2023 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |
| Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |
| Начальник учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. СВЧиКР | А.С. Перин | Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe |
| Доцент, каф. СВЧиКР | А.С. Перин | Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. СВЧиКР | Н.Д. Хатьков | Разработано, d2c7ff40-c164-4c72-a8d4-afaab77e97bd |

Согласована на портале № 79253