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
_____Сечненко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ВОЛОКОННОЙ ОПТИКИ

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: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	12	12	часов
Самостоятельная работа	60	60	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	3

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 69875

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Усвоение студентами физических основ функционирования, фундаментальных пределов и ограничений устройств интегральной оптики, находящих все более широкое применение в современной науке и технике.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование ясной физической картины распространения оптического излучения в волоконных световодах комплексный анализ механизмов акусто-, электро- и магнито-оптического взаимодействий излучения со средой распространения; сравнительный анализ методов модуляции излучения, ограничения накладываемые этими методами на оптико-электронные устройства волоконной оптики; ознакомление с уровнем современного развития волоконной оптики, тенденциями ее дальнейшего развития.

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.02.02.
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 № 69875

ПК-1. Способен выполнять математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач	ПК-1.1. Знает методы математического и компьютерного моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач	Знает методы математического и компьютерного моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач
	ПК-1.2. Умеет использовать математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач	Умеет использовать математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач
	ПК-1.3. Владеет навыками математического и компьютерного моделирования объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач	Владеет навыками математического и компьютерного моделирования объектов и процессов инфокоммуникационных сетей и систем по типовым методикам для решения профессиональных задач

Согласована на портале № 69875

ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-2.1. Знает методы расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Знает методы расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования
	ПК-2.2. Умеет выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Умеет выполнять расчет и проектирование элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования
	ПК-2.3. Владеет мтодами расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Владеет методами расчета и проектирования элементов и устройств инфокоммуникационных систем в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования

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 3 зачетных единиц, 108 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
		3 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	48	48
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	12	12
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	60	60
Подготовка к зачету	24	24
Подготовка к тестированию	24	24
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	12
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Согласована на портале № 69875

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
3 семестр						
1 Введение	1	-	-	8	9	ПК-1, ПК-2
2 Основные соотношения для описания плоских световых волн и световых пучков	4	6	-	8	18	ПК-1, ПК-2
3 Волоконные световоды и волоконно-оптические элементы	4	6	8	14	32	ПК-1, ПК-2
4 Методы изготовления волоконных световодов и волоконно-оптических элементов	2	-	-	8	10	ПК-1, ПК-2
5 Нелинейно-оптические эффекты в волоконных световодах	4	6	-	8	18	ПК-1, ПК-2
6 Волоконно-оптические датчики и волоконные лазеры	3	-	4	14	21	ПК-1, ПК-2
Итого за семестр	18	18	12	60	108	
Итого	18	18	12	60	108	

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
3 семестр			
1 Введение	Цель и содержание курса, его связь с другими дисциплинами, историческая справка о возникновении и развитии волоконной оптики, основная и дополнительная литература.	1	ПК-1, ПК-2
	Итого	1	
2 Основные соотношения для описания плоских световых волн и световых пучков	Система уравнений Максвелла для диэлектрической среды. Волновое уравнение. Плоские световые волны в безграничной среде. Поляризация света. Поляризационные элементы. Прохождение света через границу раздела. Полное внутреннее отражение света. Параболическое уравнение теории дифракции. Гауссов световой пучок.	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	

Согласована на портале № 69875

3 Волоконные световоды и волоконно-оптические элементы	Планарный оптический волновод, моды и дисперсионное уравнение планарного волновода. Волоконные световоды, скалярное волновое уравнение, поля мод для световода со ступенчатым профилем показателя преломления. Числовая апертура и число мод волоконного световода. Дисперсия и механизмы потерь света в волоконном световоде. Типы оптических волокон. Особенности физических свойств и характеристик световодов для волоконно-оптических устройств и приборов. Волоконно-оптические соединители, разветвители, поляризаторы, разъемы, сварные соединения, волоконно-оптические брэгговские решетки. Основные материалы волоконной оптики: стекла, кристаллические и полимерные материалы. Подготовка заготовок для производства волоконных световодов. Методы вытягивания оптического волокна.	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
4 Методы изготовления волоконных световодов и волоконно-оптических элементов	Основные материалы волоконной оптики: стекла, кристаллические и полимерные материалы. Подготовка заготовок для производства волоконных световодов. Методы вытягивания оптического волокна.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
5 Нелинейно-оптические эффекты в волоконных световодах	Поляризация диэлектрика в электрическом поле. Среды с квадратичной и кубичной оптической нелинейностью - возможные нелинейно-оптические эффекты в таких средах. Уравнение нелинейных волн. Нелинейно - оптические материалы. Генерация второй гармоники. Самомодуляция. Самовоздействие световых пучков в нелинейной среде. Временные и пространственные оптические солитоны. Вынужденное комбинационное рассеяние и вынужденное рассеяние Мандельштама - Бриллюэна. Оптические солитоны в волоконном световоде.	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	

Согласована на портале № 69875

6 Волоконно-оптические датчики и волоконные лазеры	Классификация волоконно-оптических датчиков по назначению волоконного тракта и методам модуляции оптического излучения. Датчики амплитудного, поляризационного и интерферометрического типов. Датчики на основе волоконных брэгговских решеток. Волоконные лазеры: типовые схемы, характеристики, области применения. Рамановские волоконные лазеры: принцип работы, характеристики, области использования и перспективы.	3	ПК-1, ПК-2
	Итого	3	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

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
3 семестр			
2 Основные соотношения для описания плоских световых волн и световых пучков	Методики расчета характеристик дискретных оптических элементов волоконно-оптических устройств: поляризаторов, фазовых пластинок.	6	ПК-1, ПК-2
	Итого	6	
3 Волоконные световоды и волоконно-оптические элементы	Расчет основных параметров волоконных световодов, параметров чувствительных элементов поляризационно-вращательного типа, характеристик датчиков. Семинар.	6	ПК-1, ПК-2
	Итого	6	
5 Нелинейно-оптические эффекты в волоконных световодах	Расчет характеристик нелинейно-оптических эффектов в волоконных световодах: пороговой мощности, эффективной длины и коэффициента нелинейности.	6	ПК-1, ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

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
3 семестр			

Согласована на портале № 69875

3 Волоконные световоды и волоконно-оптические элементы	Исследование эффективности ввода света в волоконный световод	4	ПК-1, ПК-2
	Исследование состояния поляризации лазерного излучения в полимерном волоконном световоде	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	8	
6 Волоконно-оптические датчики и волоконные лазеры	Исследование волоконно-оптического датчика микроперемещений на основе полимерного оптического волокна	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

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
3 семестр				
1 Введение	Подготовка к зачету	4	ПК-1, ПК-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	8		
2 Основные соотношения для описания плоских световых волн и световых пучков	Подготовка к зачету	4	ПК-1, ПК-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	8		
3 Волоконные световоды и волоконно-оптические элементы	Подготовка к зачету	4	ПК-1, ПК-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПК-1, ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	14		
4 Методы изготовления волоконных световодов и волоконно-оптических элементов	Подготовка к зачету	4	ПК-1, ПК-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	8		

Согласована на портале № 69875

5 Нелинейно-оптические эффекты в волоконных световодах	Подготовка к зачету	4	ПК-1, ПК-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	8		
6 Волоконно-оптические датчики и волоконные лазеры	Подготовка к зачету	4	ПК-1, ПК-2	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПК-1, ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	14		
Итого за семестр		60		
Итого		60		

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-1	+	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование
ПК-2	+	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование

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
3 семестр				
Зачёт	10	10	20	40
Лабораторная работа	10	10	20	40
Тестирование	5	5	10	20
Итого максимум за период	25	25	50	100
Нарастающим итогом	25	50	100	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

Согласована на портале № 69875

≥ 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

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. 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.

7.2. Дополнительная литература

1. Родина, О. В. Волоконно-оптические линии связи : руководство / О. В. Родина. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 400 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111094.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Волоконно-оптические устройства и приборы: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе / В. М. Шандаров - 2018. 40 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7347.

2. Волоконно-оптические устройства и системы технологического назначения: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам / В. М. Шандаров, В. Г. Круглов, В. Ю. Рябченок - 2018. 36 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8916.

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 № 69875

– 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.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория "Электронных, квантовых и СВЧ приборов": 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, 329а ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Осциллограф Tektronix TDS 2012B;
- Генератор сигналов АКИП-3417/2 - 2 шт.;
- Генератор импульсов Г5-54;
- Источник питания GWINSTEK GPS-73030D - 2 шт.;
- Осциллограф KEYSIGHT SDOX1204A;
- Генератор сигналов Г4-126;

Согласована на портале № 69875

- Источник питания УИП-1;
- Генератор сигналов Anritsu MG3670G;
- Частотомер Ч2-32 - 2 шт.;
- Лазер ЛГН-207А - 3 шт.;
- Оптическая скамья ОСК-3 - 3 шт.;
- Вольтметр цифровой GDM-8145 - 2 шт.;
- Комплект лабораторных работ по "Фурье-Оптике" - 3 шт.;
- Проектор;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

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 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.

Согласована на портале № 69875

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение	ПК-1, ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Основные соотношения для описания плоских световых волн и световых пучков	ПК-1, ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Волоконные световоды и волоконно-оптические элементы	ПК-1, ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Методы изготовления волоконных световодов и волоконно-оптических элементов	ПК-1, ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Нелинейно-оптические эффекты в волоконных световодах	ПК-1, ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Волоконно-оптические датчики и волоконные лазеры	ПК-1, ПК-2	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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

Согласована на портале № 69875

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 или 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.

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. Какая длина волны соответствует ультрафиолетовой области спектра?
   а) 0,3 мкм
   б) 0,7 мкм
   в) 0,9 мкм
   г) 12 мкм
3. Какие частицы переносят оптическую энергию?
   а) фотоны
   б) фононы
   в) электроны
   г) дырки

Согласована на портале № 69875

4. Какой длине волны соответствует максимальная чувствительность глаза?
   а) 0,41 мкм
   б) 0,56 мкм
   в) 0,63 мм
   г) 0,72 мм
5. Какой механизм генерации излучения реализуется в полупроводниках?
   а) эффект термоэлектронной эмиссии
   б) эффект генерации электронно-дырочных пар
   в) эффект рекомбинации
   г) эффект фотолюминесценции
6. Какой параметр характеризует среду распространения электромагнитной волны?
   а) длина волны
   б) показатель преломления
   в) напряженность электрического поля
   г) начальная фаза
7. Какова скорость света в вакууме?
   а) 340 м/с
   б) 3x10e8 м/с
   в) 3x10e6 м/с
   г) 3x10e9 м/с
8. 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
9. Каким должен быть показатель преломления сердцевины оптического волновода n1 относительно показателя преломления оболочки n2?
   а) n1= 1
   б) n1> n2
   в) n1< n2
   г) n1= n2
10. На каком эффекте основана работа полупроводниковых фотоприемников
    а) рекомбинации электронов и дырок
    б) генерации электронов и дырок за счет электрического тока
    в) разделения электронно-дырочных пар под действием фотонов
    г) образования электронно-дырочных пар под действием фотонов
11. Существуют следующие виды поляризации световых волн:
    а) линейная, сферическая, круговая
    б) плоская, выпуклая
    в) линейная, эллиптическая, круговая
    г) линейная, тангенсальная
12. Геометрическое место точек, в которых фаза волны одинакова, называется…
    а) волновым фронтом
    б) амплитудным фронтом
    в) поляризационным фронтом
    г) плоским фронтом
13. 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
14. Элементом, преобразующим состояние поляризации световой волны, является…
    а) линза
    б) фазовая пластинка
    в) светофильтр

Согласована на портале № 69875

г) призма

15. Угол падения, при котором отражённый луч полностью поляризован, называется …
    а) углом Гаусса
    б) углом Брюстера
    в) углом Фарадея
    г) углом Снеллиуса
16. Закон, описывающий преломление света на границе двух прозрачных сред, носит имя
    а) Снеллиуса
    б) Фарадея
    в) Брюстера
    г) Гаусса
17. Интерферометр, представляющий собой два плоских зеркала с высоким коэффициентом отражения и с параллельными плоскостями, расположенных на расстоянии L друг от друга, называется интерферометром…
    а) Фабри-Перо
    б) Маха-Цендера
    в) Майкельсона
    г) Юнга
18. Электрооптический эффект - это …
    а) изменение показателя преломления среды под действием изменения температуры
    б) изменение показателя преломления среды под действием приложенного физического воздействия
    в) изменение показателя преломления среды под действием приложенного постоянного или переменного электрического поля
    г) изменение показателя преломления среды под действием магнитного поля
19. Эффект фоторефракции заключается в изменении…
    а) оптического поглощения
    б) показателя преломления
    в) оптического пропускания
    г) коэффициента связи мод
20. 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

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Модели материальной среды.
2. Решение волнового уравнения: плоские волны. Структура поля плоской волны в однородной среде.
3. Поляризация плоских волн. Линейная, круговая, эллиптическая поляризация. Выражения для полей плоских световых волн с заданной поляризацией.
4. Поляризационные элементы: пленочные поляроиды, кристаллические поляризаторы, фазовые пластинки. Изменение состояния поляризации плоской световой волны, прошедшей через фазовую пластинку.
5. Отражение и преломление света на границе раздела. Горизонтальная и вертикальная поляризация. Закон Снеллиуса. Угол Брюстера.
6. Полное внутреннее отражение света на границе раздела диэлектрических сред. Структура поля световой волны при полном внутреннем отражении.
7. Гауссов световой пучок. Угловой спектр плоских волн. Гауссовы пучки высших порядков.
8. Волоконные световоды. Оптический спектр. Сферы применения. Типы ОВ. Принцип действия.
9. Волоконные световоды. Профиль показателя преломления. Основные характеристики ОВ.

Согласована на портале № 69875

10. Волоконные световоды. Основные типы потерь в оптическом волокне.
11. Волоконные световоды. Виды дисперсии в ОВ.
12. Технология производства волоконных световодов. Основные этапы производства ОВ.
13. Технология производства волоконных световодов. Методы производства заготовок.
14. Нелинейные эффекты в волоконной оптике. Определение, виды НЭ.
15. Нелинейные эффекты в ОВ.
16. Определение и классификация ВОД.
17. Волоконно-оптические датчики с волокном в качестве линии передачи: принцип построения.
18. Модуляция параметров световых волн и используемые для этого эффекты.
19. Амплитудные датчики. Поляризационные датчики. Датчики на основе сдвига частоты света.
20. Структурная схема преобразования физической величины в волоконно – оптических датчиках. Классификация датчиков по типу модуляции световой волны.
21. Волоконно-оптические датчики механических величин (ускорения, давления).
22. Волоконно-оптические датчики с волокном в качестве чувствительного элемента: деление по способу модуляции.
23. Волоконно-оптические датчики не интерферометрического типа
24. Волоконно-оптические интерферометрические датчики.
25. Волоконные лазеры – основная схема, конструктивные элементы, особенности схем накачки мощных волоконных лазеров.

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Исследование эффективности ввода света в волоконный световод
2. Исследование состояния поляризации лазерного излучения в полимерном волоконном световоде
3. Исследование волоконно-оптического датчика микроперемещений на основе полимерного оптического волокна

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.

Согласована на портале № 69875

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:

– 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 № 69875

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 7 от « 6 » 2 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
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Профессор, каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956

РАЗРАБОТАНО:

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

Согласована на портале № 69875