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
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ И КВАНТОВОЙ 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: **4**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	28	28	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	12	12	часов
Самостоятельная работа	86	86	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	4

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 62958

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Подготовка студентов в области физических принципов функционирования современных оптических, оптоэлектронных и нелинейно-оптических элементов и устройств.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основных положений физической и квантовой оптики, эффектов взаимодействия излучения с веществом, основных принципов построения приборов и систем оптической обработки информации.

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		
ПКР-2. Способен организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов	ПКР-2.1. Знает правила работы с различными информационными системами и базами данных.	Знает правила работы с различными информационными системами и базами данных в том числе в области оптических систем и сетей связи
	ПКР-2.2. Умеет работать с различными информационными системами и базами данных; обрабатывать информацию с использованием современных технических средств.	Умеет работать с различными информационными системами и базами данных в области оптических систем и сетей связи
	ПКР-2.3. Владеет навыками сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки качества предоставляемых услуг, соответствия требованиям технических регламентов телекоммуникационного оборудования.	Владеет навыками сбора, анализа и обработки статистической информации с целью оценки качества предоставляемых услуг в области оптических систем и сетей связи

Согласована на портале № 62958

ПКР-3. Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований	ПКР-3.1. Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы инфокоммуникационного оборудования.	Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы оптических систем и сетей связи
	ПКР-3.2. Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих.	Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих в области оптических систем и сетей связи
	ПКР-3.3. Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг.	Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг, контроля качества предоставляемых услуг в области оптических систем и сетей связи

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
		4 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	58	58
Лекционные занятия	28	28
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	12	12
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	86	86
Подготовка к зачету	32	32
Подготовка к тестированию	32	32
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	22	22
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Согласована на портале № 62958

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
4 семестр						
1 Введение	1	-	-	8	9	ПКР-2, ПКР-3
2 Основные положения физической оптики	4	3	4	16	27	ПКР-2, ПКР-3
3 Оптика ограниченных световых пучков	4	6	-	8	18	ПКР-2, ПКР-3
4 Основные положения квантовой физики и квантовой оптики	4	-	-	8	12	ПКР-2, ПКР-3
5 Принципы построения лазеров и области их применения	4	-	-	8	12	ПКР-2, ПКР-3
6 Распространение световых волн в материальных средах	4	3	4	16	27	ПКР-2, ПКР-3
7 Взаимодействия света с физическими полями	4	3	4	14	25	ПКР-2, ПКР-3
8 Элементы нелинейной оптики	3	3	-	8	14	ПКР-2, ПКР-3
Итого за семестр	28	18	12	86	144	
Итого	28	18	12	86	144	

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
4 семестр			
1 Введение	Задачи курса. Место дисциплины в учебном процессе.	1	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	1	
2 Основные положения физической оптики	Уравнения Максвелла для диэлектрической среды. Материальные уравнения. Уравнения граничных условий. Волновое уравнение. Поляризация света. Поляризационные элементы. Отражение света от плоской границы. Полное внутреннее отражение света. Когерентность света, понятия пространственной и временной когерентности. Интерференция и дифракция. Дифракция света на периодических структурах.	4	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 62958

3 Оптика ограниченных световых пучков	Понятие углового спектра плоских волн. Параболическое уравнение теории дифракции. Гауссов световой пучок. Преобразование Фурье и фильтрация регулярных волновых полей в оптических системах.	4	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	4	
4 Основные положения квантовой физики и квантовой оптики	Постоянная Планка. Корпускулярно – волновой дуализм. Вероятностная трактовка волн де Бройля. Соотношения неопределенностей. Уравнение Шредингера. Гармонический осциллятор. Взаимодействие излучения с атомными системами. Индуцированные и спонтанные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Механизмы уширения спектральных линий. Усиление света в средах с инверсией населенностей.	4	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	4	
5 Принципы построения лазеров и области их применения	Открытые резонаторы. Резонатор Фабри - Перо. Аксиальные и поперечные моды. Добротность и число возбуждаемых мод. Типы колебаний в открытом резонаторе. Газовые лазеры. Общая характеристика. Особенности конструкции газовых лазеров. Лазеры на ионных кристаллах и стеклах. Современные твердотельные лазеры. Волоконные лазеры.	4	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	4	
6 Распространение световых волн в материальных средах	Распространение света в направляющих структурах. Планарные и канальные оптические волноводы. Материалы и элементы интегральной оптики. Связанные оптические волноводы. Распространение световых волн в периодических структурах.	4	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	4	
7 Взаимодействия света с физическими полями	Феноменологическая теория электрооптического эффекта. Линейный и квадратичный электрооптические эффекты. Электрооптические модуляторы. Акустооптический эффект. Дифракция света на акустических волнах. Режимы дифракции Рамана-Ната и Брэгга. Акустооптические модуляторы и дефлекторы. Фоторефрактивный эффект. Механизмы транспорта носителей зарядов. Фоторефрактивные материалы.	4	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 62958

8 Элементы нелинейной оптики	Поляризация диэлектрика в электрическом поле. Среды с квадратичной и кубичной оптической нелинейностью. Уравнение нелинейных волн. Нелинейно - оптические материалы. Генерация второй гармоники. Самовоздействие световых пучков в нелинейной среде. Временные и пространственные оптические солитоны. Другие нелинейно-оптические эффекты.	3	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	3	
Итого за семестр		28	
Итого		28	

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
4 семестр			
2 Основные положения физической оптики	Плоские световые волны. Поляризация плоских световых волн. Интерференция и дифракция света.	3	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	3	
3 Оптика ограниченных световых пучков	Дифракция света на щели и периодических структурах. Ограниченные световые пучки. Преобразование Фурье в оптических системах.	3	ПКР-2, ПКР-3
	Гауссовы световые пучки	3	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	6	
6 Распространение световых волн в материальных средах	Распространение света в направляющих структурах. Дисперсионное уравнение планарных оптических волноводов. Расчет коэффициентов связи в системах связанных оптических волноводов	3	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	3	
7 Взаимодействия света с физическими полями	Взаимодействия света с физическими полями. Характеристики электрооптического и акустооптического эффектов, электрооптические и акустооптические модуляторы	3	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	3	
8 Элементы нелинейной оптики	Фоторефрактивный эффект. Временные характеристики формирования и релаксации фоторефрактивных решеток. Семинар.	3	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	3	
Итого за семестр		18	

Согласована на портале № 62958

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
4 семестр			
2 Основные положения физической оптики	Исследование дифракции светового пучка в среде с периодической модуляцией показателя преломления	4	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	4	
6 Распространение световых волн в материальных средах	Исследование пространственного самовоздействия световых пучков в нелинейно - оптической среде	4	ПКР-2, ПКР-3
	Итого	4	
7 Взаимодействия света с физическими полями	Исследование периодических фазовых элементов, формируемых некогерентным излучением в кристалле LiNbO3 с фоточувствительной поверхностью	4	ПКР-2, ПКР-3
	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
4 семестр				
1 Введение	Подготовка к зачету	4	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	8		
2 Основные положения физической оптики	Подготовка к зачету	4	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПКР-2, ПКР-3	Лабораторная работа
	Итого	16		

Согласована на портале № 62958

3 Оптика ограниченных световых пучков	Подготовка к зачету	4	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	8		
4 Основные положения квантовой физики и квантовой оптики	Подготовка к зачету	4	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	8		
5 Принципы построения лазеров и области их применения	Подготовка к зачету	4	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	8		
6 Распространение световых волн в материальных средах	Подготовка к зачету	4	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПКР-2, ПКР-3	Лабораторная работа
	Итого	16		
7 Взаимодействия света с физическими полями	Подготовка к зачету	4	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПКР-2, ПКР-3	Лабораторная работа
	Итого	14		
8 Элементы нелинейной оптики	Подготовка к зачету	4	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	8		
Итого за семестр		86		
Итого		86		

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.	
ПКР-2	+	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование
ПКР-3	+	+	+	+	Зачёт, Лабораторная работа, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Согласована на портале № 62958

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
4 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
≥ 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. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / В. М. Шандаров - 2012. 197 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/750.

7.2. Дополнительная литература

1. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / В. М. Шандаров, А. Е. Мандель, С. М. Шандаров, Н. И. Буримов - 2012. 244 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1553.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

Согласована на портале № 62958

1. Основы физической и квантовой оптики: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе для студентов специальности 210401.65 / В. М. Шандаров - 2013. 57 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2888.

2. Исследование дифракции светового пучка в среде с периодической модуляцией показателя преломления: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (профиль - "Оптические системы и сети связи") / В. М. Шандаров - 2013. 7 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3701.

3. Исследование пространственного самовоздействия световых пучков в нелинейно-оптической среде: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (профиль - "Оптические системы и сети связи") / В. М. Шандаров, П. А. Карпушин - 2013. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3704.

4. Исследование периодических фазовых элементов, формируемых некогерентным излучением в кристалле linbo3 с фоточувствительной поверхностью: Методические указания к лабораторной работе для бакалавров направления 210700.62 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" (профиль - "Оптические системы и сети связи") / А. В. Каншу, В. М. Шандаров - 2013. 8 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3702.

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:

– 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

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

Согласована на портале № 62958

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;
- 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.

8.3. 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;
- 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, 201 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;

Согласована на портале № 62958

- 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.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Основные положения физической оптики	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Оптика ограниченных световых пучков	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 62958

4 Основные положения квантовой физики и квантовой оптики	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Принципы построения лазеров и области их применения	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Распространение световых волн в материальных средах	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Взаимодействия света с физическими полями	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Элементы нелинейной оптики	ПКР-2, ПКР-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		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
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

Согласована на портале № 62958

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. Какие частицы переносят оптическую энергию?
   а) фотоны
   б) фононы
   в) электроны
   г) частицы оптическую энергию не переносят
2. Поляризованной называется световая волна…
   а) с векторами E и H, направление которых может быть однозначно определено в любой момент времени.
   б) с векторами E и H, направление которых может быть однозначно определено в определенный момент времени.
   в) вектор E которой расположен вдоль оси X
   г) вектор E которой расположен вдоль оси Y
3. Поляризация световой волны делится на типы:
   а) линейная, сферическая, круговая
   б) плоская, выпуклая
   в) линейная, эллиптическая, круговая
   г) линейная, тангенсальная
4. Плоскость поляризации – это плоскость…
   а) проходящая через вектор E и вектор H
   б) походящая через вектор E и вектор k
   в) проходящая через вектор E и границу раздела двух сред
   г) проходящая через вектор E и вектор k

Согласована на портале № 62958

5. Принцип Гюйгенса: каждая точка волнового фронта -
   а) источник вторичных плоских волн
   б) источник вторичных сферических волн
   в) является источником волн с измененной частотой
   г) не является источником волн
6. Как изменится частота света при переходе из вакуума в прозрачную среду с показателем преломления n=2?
   а) Увеличится в 4 раза
   б) Увеличится в 2 раза
   в) Уменьшится в 2 раза
   г) Не изменится
7. Электрооптический эффект – это эффект…
   а) изменения показателя преломления среды под действием постоянного или переменного электрического поля
   б) изменения показателя преломления среды под действием постоянного электрического поля
   в) изменения кристаллической структуры материала под действием постоянного электрического поля
   г) изменения коэффициента поглощения материала под действием под действием постоянного или переменного электрического поля
8. Правило частот Бора можно записать в виде…
   а) $h\omega = En - Em$
   б) $h\omega = En + Em$
   в) $h\omega = En \setminus Em$
   г) $h\omega = En * Em$
9. Анизотропной средой называют такую среду…
   а) в которой наблюдается различие свойств среды в зависимости от выбранного направления
   б) в которой нет различия свойств среды в зависимости от выбранного направления
   в) в которой значения ε и μ одинаковы
   г) в которой значения ε и μ имеют отношение 1/2
10. Что связывает параметр диэлектрической восприимчивости среды χ ?
    а) диэлектрическую проницаемость среды с напряженностью поля
    б) поляризацию среды с напряженностью поля
    в) фазу волны с напряженностью поля
    г) амплитуду волны с напряженностью поля
11. Угол Брюстера – это угол, при котором…
    а) прошедший луч отсутствует
    б) отраженный луч неполяризован
    в) отраженный луч полностью поляризован
    г) угол отражения больше угла падения
12. Закон Снеллиуса описывает…
    а) отражение света на границе раздела двух сред
    б) преломление света на границе раздела двух сред
    в) поляризацию света на границе раздела двух сред
    г) поглощение света на границе раздела двух сред
13. Закон Малюса — физический закон, выражающий зависимость…
    а) отражение света на границе раздела двух сред
    б) преломление света на границе раздела двух сред
    в) поглощения света в поляризаторе
    г) интенсивности линейно-поляризованного света после его прохождения через поляризатор от угла между плоскостями поляризации падающего света и поляризатора
14. Является ли тепловая диффузия носителей заряда одним из механизмов пространственного перераспределения носителей заряда
    а) да
    б) нет
    в) Только в металлах

Согласована на портале № 62958

г) Только в жидкостях

15. Фоторефрактивный эффект – это эффект …
    а) изменения показателя преломления под действием света
    б) изменения коэффициента отражения под действием света
    в) изменения показателя преломления среды под действием постоянного электрического поля
    г) ничего из перечисленного
16. 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
17. 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
18. Дифракционная эффективность фоторефрактивных решеток определяется с помощью …
    а) Формулы Когельника
    б) Формулы Эйнштейна
    в) Формулы Фраунгофера
    г) Формулы Коперника
19. Акустооптический эффект – это явление взаимодействия …
    а) световых волн с акустическими возмущениями, распространяющимися в неупругой среде
    б) световых волн с акустическими возмущениями, распространяющимися в упругой среде
    в) акустических волн с световыми возмущениями, распространяющимися в упругой среде
    г) акустических волн с световыми возмущениями, распространяющимися в неупругой среде
20. Керровскими средами называют среды…
    а) линейные
    б) с кубичной нелинейностью
    в) с квадратичной нелинейностью
    г) нет правильного ответа

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

ТЕМА: Основные положения физической оптики.

1. Материальность электромагнитного поля.
2. Векторы, характеризующие электромагнитное поле.
3. Уравнения Максвелла в интегральной форме.
4. Теоремы векторного анализа для связи характеристик скалярных и векторных полей.
5. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме.
6. Материальные уравнения.
7. Граничные условия для нормальных составляющих электрического поля.
8. 8.Граничные условия для нормальных составляющих магнитного поля.
9. Граничные условия для тангенциальных составляющих электрического поля.
10. Граничные условия для тангенциальных составляющих магнитного поля.
11. Волновое уравнение для электрического и магнитного векторов.
12. Плоские волны как простейшее решение волнового уравнения.
13. Символическая форма записи для поля плоских волн.
14. Распространение плоской волны в произвольном направлении.
15. Поперечная структура поля плоских волн.
16. Поляризация света. Неполяризованный свет. Частично поляризованный свет.
17. Линейная, круговая, эллиптическая поляризация.
18. Поляризационные элементы. Дихроизм и оптическая анизотропия.
19. Поляризационные призмы.

Согласована на портале № 62958

20. Фазовые пластинки.
    ТЕМА: Оптика ограниченных световых пучков
21. Понятие углового спектра плоских волн.
22. Приближенное решение дифракционных задач на основе углового спектра плоских волн.
23. Параболическое уравнение.
24. Гауссов световой пучок. Основные свойства, поле гауссова пучка.
25. Высшие гауссовы моды.
26. Суть и достоинства методов оптической обработки информации.
27. Преобразование Фурье в оптической системе.
28. Пространственная фильтрация в оптических системах.
    ТЕМА: Основные положения квантовой физики и квантовой оптики
29. Постоянная Планка и постулаты Бора как основные положения, послужившие толчком для развития квантовых представлений.
30. Волны де Бройля, их вероятностная трактовка. Корпускулярно - волновой дуализм.
31. Соотношения неопределенностей.
32. Операторы и физические величины в квантовой механике. Понятие самосопряженного оператора.
33. Собственные функции и собственные значения операторов. Примеры дискретного и непрерывного спектров.
34. Гармонический осциллятор.
35. Уравнение Шредингера.
36. Индуцированные и спонтанные переходы. Коэффициенты Эйнщтейна и соотношение между ними.
37. Энергетические уровни свободных молекул.
38. Взаимодействие электромагнитной волны с двухуровневой квантовой системой. Кинетические уравнения для двухуровневой квантовой системы.
39. Тема: Принципы построения лазеров и области их применения
40. Понятие отрицательной температуры в квантовых системах.
41. Естественная ширина спектральной линии. Уширение спектральной линии за счет столкновений.
42. Допплеровское уширение спектральной линии. Понятие однородного и неоднородного уширения.
43. Способы получения инверсии населенности в двухуровневых квантовых системах.
44. Получение инверсии населенностей в двухуровневой квантовой системе путем пространственного разделения частиц с разным энергетическим состоянием.
45. Многоуровневые схемы для достижения инверсии населенности.
    ТЕМА: Распространение световых волн в материальных средах
46. Планарный оптический волновод.
47. Моды планарного волновода.
48. Волновое уравнение для ТЕ- мод.
49. Решение для полей планарного волновода.
50. Дисперсионное уравнение планарного волновода.
51. Материалы интегральной оптики.
52. Связанные оптические волноводы.
53. Распространение световых волн в периодических структурах.
54. ТЕМА: Взаимодействия света с физическими полями
55. Электрооптический эффект. Феноменологическое описание.
56. «Поперечный» электрооптический модулятор.
57. Акустооптический эффект. Феноменологическая теория.
58. Режимы дифракции света на акустических волнах. Дифракция Рамана-Ната и дифракция Брэгга.
59. Акустооптический модулятор.
60. Фоторефрактивный эффект. Механизмы пространственного разделения носителей заряда.
61. Кинетика записи и релаксации элементарных голограмм в материале с фотовольтаическим механизмом транспорта носителей заряда.
    ТЕМА: Элементы нелинейной оптики
62. Понятие нелинейно – оптической среды и величина интенсивности светового поля,

Согласована на портале № 62958

необходимая для проявления нелинейно - оптических свойств среды.

63. Выражение для диэлектрической проницаемости среды с квадратичной нелинейностью и возможные нелинейно – оптические эффекты в такой среде.
64. Выражение для диэлектрической проницаемости среды с кубичной нелинейностью и возможные нелинейно – оптические эффекты в такой среде.
65. Пространственное самовоздействие световых пучков в среде с кубичной нелинейностью. Пространственные оптические солитоны.

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Исследование дифракции светового пучка в среде с периодической модуляцией показателя преломления
2. Исследование пространственного самовоздействия световых пучков в нелинейно - оптической среде
3. Исследование периодических фазовых элементов, формируемых некогерентным излучением в кристалле LiNbO3 с фоточувствительной поверхностью

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 9.2.

Таблица 9.2 – 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

Согласована на портале № 62958

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 № 62958

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 3 от «26» 11 2020 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

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. СВЧиКР	А.Ю. Попков	Согласовано, 52ae2e71-055b-4e34-bcfc-4f3ea312644e
Заведующий кафедрой, 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 № 62958