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

КОГЕРЕНТНАЯ И НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА ФОТОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические системы связи и обработки информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	92	92	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	2

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 № 63258

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения дисциплины является формирование у студентов понимания физических основ когерентной и нелинейной оптики фотонных материалов.для последующего использования этих знаний при построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.

1.2. Задачи дисциплины

1. Приобретение знаний о физических основах оптики фотонных материалов, методах использования фотонных кристаллов в приборах и оптических системах передачи и обработки информации. Приобретение навыков экспериментальных исследований в области оптики фотонных материалов.

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.01.05.
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 № 63258

ПКР-1. Способен использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем	ПКР-1.1. Знает технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники, действующие нормативные требования и государственные стандарты.	Знает технические характеристики отечественных и зарубежных разработок на основе фотонных материалов.
	ПКР-1.2. Умеет осуществлять патентный поиск, проводить сбор, анализ и систематизацию научно-исследовательской информации, формулировать цели и задачи научно-исследовательских работ в области создания и проектирования радиоэлектронных устройств и систем.	Умеет проводить сбор, анализ и систематизацию научно-исследовательской информации, формулировать задачи научно-исследовательских работ в области создания радиоэлектронных устройств на основе фотонных материалов
	ПКР-1.3. Умеет разрабатывать техническое задание, требования и условия на разработку и проектирование радиоэлектронных устройств и систем.	Умеет разрабатывать требования и условия на разработку элементов радиоэлектронных устройств, основанных на фотонных материалах
	ПКР-1.4. Владеет навыками разработки и анализа вариантов создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы и собственной интуиции; прогноза последствий, поиска компромиссных решений в условиях многокритериальности.	Владеет навыками разработки элементов радиоэлектронных устройств, основанных на фотонных материалах.

Согласована на портале № 63258

ПКР-2. Способен самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования	ПКР-2.1. Знает методики сбора, анализа и обработки статистической информации инфокоммуникационных систем.	Знает методики сбора и обработки статистической информации инфокоммуникационных систем.
	ПКР-2.2. Умеет проводить исследования характеристик телекоммуникационного оборудования и оценки качества предоставляемых услуг.	Умеет проводить исследования характеристик телекоммуникационного оборудования.
	ПКР-2.3. Владеет навыками анализа научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников.	Владеет навыками работы с научной литературой и патентными источниками.
	ПКР-2.4. Владеет навыками проведения экспериментальных работ по проверке достижимости технических характеристик радиоэлектронной аппаратуры.	Владеет навыками проведения экспериментальных работ с радиоэлектронной аппаратурой.

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 5 зачетных единиц, 180 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
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	52	52
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	92	92
Подготовка к тестированию	30	30
Подготовка к выступлению (докладу)	58	58
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	4
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

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

Согласована на портале № 63258

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
2 семестр						
1 Волновая теория распространения света в фотонных материалах	4	4	8	20	36	ПКР-1, ПКР-2
2 Локализация света в фотонных кристаллах	4	4	-	18	26	ПКР-1, ПКР-2
3 Технология и материалы для изготовления фотонных кристаллов	2	2	-	16	20	ПКР-1, ПКР-2
4 Управление оптическими свойствами фотонных кристаллов	4	4	-	18	26	ПКР-1, ПКР-2
5 Дифракционные и нелинейно-оптические элементы на основе фотонных кристаллов	4	4	8	20	36	ПКР-1, ПКР-2
Итого за семестр	18	18	16	92	144	
Итого	18	18	16	92	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
2 семестр			
1 Волновая теория распространения света в фотонных материалах	Классификация фотонных кристаллов: одномерные, двумерные и трехмерные фотонные кристаллы. Многолучевая интерференция. Запрещенные и разрешенные зоны фотонного кристалла. Виды дефектов в структуре фотонных кристаллов. Разрешенные энергетические уровни в запрещенной зоне. Интерференция в многомерных структурах.	4	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	4	

Согласована на портале № 63258

2 Локализация света в фотонных кристаллах	Элементы физики твердого тела. Модель свободного электрона. Расщепление энергетических уровней атома на зоны при образовании кристалла.Распределение энергетических зон в твердом теле. Деление веществ на проводники, диэлектрики, изоляторы.. Аналогия между физикой твердого тела и оптикой периодических сред . Оптические микрорезонаторы. Локализованные атомы. Управление спектром и интенсивностью излучения локализованных атомов. Эффект Перселла. Эффект туннелирования в оптических микрорезонаторах. Образование энергетических разрешенных полос из дискретных уровней за счет туннельных переходов. Зоны Бриллюэна. Дисперсионные диаграммы.	4	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	4	
3 Технология и материалы для изготовления фотонных кристаллов	Технология и материалы для изготовления фотонных кристаллов. Фотонные кристаллы в природе. Опалы, инвертированные опалы. Методы изготовления фотонных кристаллов. Методы, использующие самопроизвольное формирование фотонных кристаллов. Методы, использующие травление объектов. Голографические методы формирования фотонных кристаллов. Способы получения одномерных, двумерных и трехмерных периодических структур. Периодические доменные структуры.	2	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	2	

Согласована на портале № 63258

4 Управление оптическими свойствами фотонных кристаллов	Управление оптическими свойствами фотонного кристалла путем приложения внешнего электрического поля. Эффекты Поккельса и Керра. Управление оптическими свойствами фотонного кристалла путем приложения внешнего магнитного поля.Ээффект ы Фарадея и Фогта. Спектр прохож¬дения света через магнитный фотонный крис-талл Магнитные фотонные кристаллы с дефектами чередования слоев. Управление оптическими свойствами фотонного кристалла путем изменения давления или температуры.	4	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	4	
5 Дифракционные и нелинейно-оптические элементы на основе фотонных кристаллов	Классификация нелинейных оптических эффектов. Влияние керровской нелинейности на отражение и пропускания лазерного излучения в одномерном фотонном кристалле. Преобразование частоты оптического излучения в фотонных кристаллах Генерация второй оптической гармоники. Оптическая бистабильность. Фотонно-кристаллическое волокно. Магнитооптические модуляторы света. Оптические переключатели и мультиплексоры. Плазмонные кристаллы.	4	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	4	
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
2 семестр			
1 Волновая теория распространения света в фотонных материалах	Методы расчета фотонной запрещенной зоны одномерных фотонных кристаллов.	4	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	4	
2 Локализация света в фотонных кристаллах	Распространение и локализация световых волн в фотонных кристаллах	4	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	4	

Согласована на портале № 63258

3 Технология и материалы для изготовления фотонных кристаллов	Методы создания искусственных фотонных кристаллов.	2	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	2	
4 Управление оптическими свойствами фотонных кристаллов	Методы управления оптическими свойствами фотонных кристаллов	4	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	4	
5 Дифракционные и нелинейно-оптические элементы на основе фотонных кристаллов	Устройства оптоэлектроники на основе фотонных кристаллов.	4	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	4	
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
2 семестр			
1 Волновая теория распространения света в фотонных материалах	Исследование изотропной дифракции когерентного света на периодических доменных структурах в кристалле ниобате лития	4	ПКР-1, ПКР-2
	Исследование анизотропной дифракции когерентного света на периодических доменных структурах в кристалле ниобате лития	4	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	8	
5 Дифракционные и нелинейно-оптические элементы на основе фотонных кристаллов	Устройство ввода - вывода в планарный оптический волновод	4	ПКР-1, ПКР-2
	Измерение параметров и характеристик полупроводникового лазера	4	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	8	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

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

Согласована на портале № 63258

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Волновая теория распространения света в фотонных материалах	Подготовка к тестированию	6	ПКР-1, ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к выступлению (докладу)	12	ПКР-1, ПКР-2	Выступление (доклад) на занятии
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-1, ПКР-2	Лабораторная работа
	Итого	20		
2 Локализация света в фотонных кристаллах	Подготовка к тестированию	6	ПКР-1, ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к выступлению (докладу)	12	ПКР-1, ПКР-2	Выступление (доклад) на занятии
	Итого	18		
3 Технология и материалы для изготовления фотонных кристаллов	Подготовка к тестированию	6	ПКР-1, ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к выступлению (докладу)	10	ПКР-1, ПКР-2	Выступление (доклад) на занятии
	Итого	16		
4 Управление оптическими свойствами фотонных кристаллов	Подготовка к тестированию	6	ПКР-1, ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к выступлению (докладу)	12	ПКР-1, ПКР-2	Выступление (доклад) на занятии
	Итого	18		
5 Дифракционные и нелинейно-оптические элементы на основе фотонных кристаллов	Подготовка к тестированию	6	ПКР-1, ПКР-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-1, ПКР-2	Лабораторная работа
	Подготовка к выступлению (докладу)	12	ПКР-1, ПКР-2	Выступление (доклад) на занятии
	Итого	20		
Итого за семестр		92		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		128		

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

Согласована на портале № 63258

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-1	+	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ПКР-2	+	+	+	+	Выступление (доклад) на занятии, Лабораторная работа, 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
2 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	0	0	20	20
Лабораторная работа	0	10	10	20
Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	10	20	40	100
Нарастающим итогом	10	30	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

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)

Согласована на портале № 63258

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. 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.
2. Введение в нелинейную оптику: Учебное пособие / С. М. Шандаров - 2012. 41 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2059.

7.2. Дополнительная 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.
2. Голографические фотонные структуры в фотополимерных материалах: Учебное пособие / С. Н. Шарангович - 2015. 191 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5608.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Когерентная и нелинейная оптика фотонных материалов: Методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы / А. Е. Мандель - 2018. 21 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8117.
2. Устройство ввода-вывода излучения в планарный оптический волновод: Методические указания к лабораторной работе / А. Е. Мандель, А. С. Перин - 2018. 20 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8052.
3. Исследование изотропной дифракции света на периодической доменной структуре в кристалле ниобата лития: Методические указания к лабораторной работе / А. Е. Мандель, И. К. Казак, А. Ю. Яковлева - 2018. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8047.
4. Исследование анизотропной дифракции света на периодической доменной структуре в кристалле ниобата лития: Методические указания к лабораторной работе / А. Е. Мандель, И. К. Казак, А. Ю. Яковлева - 2018. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8048.
5. Исследование параметров и характеристик полупроводникового лазера: Методические указания к лабораторной работе / А. Е. Мандель, А. С. Акрестина, Н. И. Буримов - 2018. 15 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8051.
6. Когерентная и нелинейная оптика фотонных материалов: Методические указания по проведению практических занятий и организации самостоятельной работы / А. Е. Мандель - 2018. 21 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8117.

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 № 63258

– 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:
- Microsoft Office 2007;
- PTC Mathcad 15;

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;

Согласована на портале № 63258

- 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;
- 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

Согласована на портале № 63258

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 Волновая теория распространения света в фотонных материалах	ПКР-1, ПКР-2	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Локализация света в фотонных кристаллах	ПКР-1, ПКР-2	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Технология и материалы для изготовления фотонных кристаллов	ПКР-1, ПКР-2	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Управление оптическими свойствами фотонных кристаллов	ПКР-1, ПКР-2	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Дифракционные и нелинейно-оптические элементы на основе фотонных кристаллов	ПКР-1, ПКР-2	Выступление (доклад) на занятии	Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		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

Согласована на портале № 63258

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 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

Согласована на портале № 63258

1. Укажите диапазон длин волн видимого излучения: а) 380 - 780 нм; б) 300 - 600 нм; в) 0,4 - 0,7 нм; г) 100 - 750 нм;
2. Оптическая длина луча в однородной среде: а) это произведение геометрической длины пути луча на показатель преломления среды; б) это длина оптического вектора; в) это длина оптического вектора в квадрате; г) это геометрическая длина пути луча, деленная на показатель преломления сред
3. Волновой фронт представляет собой: а) поверхность равных амплитуд поля; б) поверхность равных фаз поля; в) поверхность равной комплексной амплитуды поля;
4. Когерентными называются волны, которые имеют: а) одинаковую частоту и постоянную во времени разность фаз б) одинаковую поляризацию и одинаковые амплитуды в) одинаковые начальные фазы и одинаковую поляризацию г) одинаковые амплитуды и одинаковые начальные фазы
5. Оптическая разность хода двух волн монохроматического света 0,5 λ. Разность фаз этих волн равна : а) 0,3 π б) 0,6 π в) 0,7 π г) 1,0 π
6. Фотонный кристалл - это а) твердотельная структура с периодически изменяющейся диэлектрической проницаемостью, период которой сравним с длиной волны света б) твердотельная структура с периодически изменяющейся диэлектрической проницаемостью период которой много больше длины волны света в) твердотельная структура с периодически изменяющейся диэлектрической проницаемостью период которой много меньше длины волны света
7. Фотонные кристаллы по характеру изменения коэффициента преломления можно разделить на а) одномерные, двумерные, трехмерные б) одномерные, двумерные, многомерные в) одномерные, двумерные г) одномерные, трехмерные
8. Природный фотонный кристалл - это а) опал б) рубин в) алмаз г) изумруд
9. В одномерных фотонных кристаллах коэффициент преломления периодически изменяется в: а) одном пространственном направлении б) двух пространственных направлениях в)) трех пространственных направлениях
10. В двумерных фотонных кристаллах коэффициент преломления периодически изменяется в : а) одном пространственном направлении б) двух пространственных направлениях в)) трех пространственных направлениях
11. . В трехмерных фотонных кристаллах коэффициент преломления периодически изменяется в : а) одном пространственном направлении б) двух пространственных направлениях в)) трех пространственных направлениях
12. . Фотонная запрещенная зона представляет собой а) диапазон частот, в котором распространение света запрещено во всех направлениях б) диапазон частот, в котором распространение света разрешено во всех направлениях в) диапазон частот, в котором распространение света запрещено в одном направлении
13. Если на фотонный кристалл падает фотон, обладающий энергией, соответствующей запрещенной зоне данного фотонного кристалла, то: а) он не может распространяться в фотонном кристалле и отражается обратно б) он может распространяться в фотонном кристалле в) он может распространяться в фотонном кристалле под определенным углом
14. Если на фотонный кристалл падает фотон, обладающий энергией, соответствующей разрешенной зоне данного фотонного кристалла, то: а) он не может распространяться в фотонном кристалле и отражается обратно б) он может распространяться в фотонном кристалле в) он может распространяться в фотонном кристалле под определенным углом
15. Сверхрешетка - это а) структура, в которой искусственно создано дополнительное поле с периодом, на порядки превышающим период основной решетки б) структура, в которой искусственно создано дополнительное поле с периодом, на порядки меньшим периода основной решетки в) структура, в которой искусственно создано дополнительное поле с периодом, равным периоду основной решетки
16. Продольный магнитооптический эффект Фарадея заключается в том, что а) при прохождении линейно-поляризованного света через оптически неактивное вещество, находящееся в магнитном поле, наблюдается вращение плоскости поляризации света. б) при прохождении линейно-поляризованного света через оптически неактивное вещество, находящееся в магнитном поле, свет становится эллиптически поляризованным в) при прохождении линейно-поляризованного света через оптически неактивное вещество, находящееся в магнитном поле, свет приобретает круговую поляризацию

Согласована на портале № 63258

17. Магнитооптический эффект Керра заключается в том, что а) при отражении линейно поляризованного света от поверхности намагниченного материала наблюдается вращение плоскости поляризации света, а свет становится эллиптически поляризован. б) при отражении линейно поляризованного света от поверхности намагниченного материала наблюдается вращение плоскости поляризации света в) при отражении линейно поляризованного света от поверхности намагниченного материала свет становится эллиптически поляризован.
18. Голографический метод создания одномерных фотонных кристаллов заключается в а) интерференции двух когерентных волн, создающих периодическое распределение интенсивности электрического поля в среде б) интерференции многих когерентных волн, создающих периодическое распределение интенсивности электрического поля в среде в) взаимодействии некогерентных световых волн в среде
19. Линейная оптика – это а) оптика слабых световых пучков, поле которых недостаточно для заметного изменения оптических свойств среды б) оптика сильных световых пучков, поле которых достаточно для заметного изменения оптических свойств среды в) оптическое взаимодействие некогерентных световых волн
20. Нелинейная оптика – это а) оптика слабых световых пучков, поле которых недостаточно для заметного изменения оптических свойств среды б) оптика сильных световых пучков, поле которых достаточно для заметного изменения оптических свойств среды в) оптическое взаимодействие некогерентных световых волн

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Классификация фотонных кристаллов
2. Запрещенные и разрешенные зоны фотонного кристалла.
3. Виды дефектов в структуре фотонных кристаллов.
4. Разрешенные энергетические уровни в запрещенной зоне.
5. Деление веществ на проводники, диэлектрики, изоляторы.
6. Оптические микрорезонаторы
7. Локализованные атомы. Управление спектром и интенсивностью излучения локализованных атомов
8. Эффект туннелирования в оптических микрорезонаторах
9. Фотонные кристаллы в природе.
10. Методы изготовления искусственных фотонных кристаллов
11. Управление оптическими свойствами фотонного кристалла путем приложения внешнего электрического поля
12. Управление оптическими свойствами фотонного кристалла путем приложения внешнего магнитного поля.
13. Магнитные фотонные кристаллы с дефектами чередования слоев.
14. Устройства оптоэлектроники на основе фотонных кристаллов.

9.1.3. Примерный перечень тем для выступления (доклада) на занятии

1. Методы изготовления фотонных кристаллов различных размерностей
2. Волновая теория распространения света в фотонных материалах
3. Применения фотонных кристаллов
4. Управление светом при помощи света в фотонном кристалле.
5. Нелинейно-оптические эффекты в магнитных фотонных кристаллах.
6. Базовые оптические и нелинейно-оптические эффекты в фотонных кристаллах
7. Методы расчета фотонной запрещенной зоны одномерных фотонных кристаллов.
8. Генерация второй гармоники в фотонных кристаллах
9. Устройства оптоэлектроники на основе фотонных кристаллов.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование изотропной дифракции когерентного света на периодических доменных структурах в кристалле ниобате лития
2. Исследование анизотропной дифракции когерентного света на периодических доменных

Согласована на портале № 63258

структурах в кристалле ниобате лития
3. Устройство ввода - вывода в планарный оптический волновод
4. Измерение параметров и характеристик полупроводникового лазера

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
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

Согласована на портале № 63258

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 № 63258

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 4 от «28» 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.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe
Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. СВЧиКР	А.Е. Мандель	Разработано, e143c8a0-542b-4541-84ee-1471a4f17eef

Согласована на портале № 63258