МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Элементная база квантовых технологий**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра электронных приборов (ЭП)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	26	26	часов
Практические занятия	26	26	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	26	26	часов
Лабораторные занятия	12	12	часов
Самостоятельная работа	80	80	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	7

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

Томск

Согласована на портале № 79442

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Формирование у студентов представлений о взаимодействии оптического излучения с веществом, для последующего использования этих знаний при разработке, эксплуатации, исследовании физических свойств и определении технических характеристик элементов и устройств квантовой и оптической электроники.

1.2. Задачи дисциплины

1. Освоение студентами современных специальных знаний в области взаимодействия оптического и, прежде всего, лазерного излучения с веществом.
2. Закрепление ранее приобретенных знаний и умений построения физических моделей явлений и их математического описания с последующим применением для разработки и конструирования различных устройств электроники и оптоэлектроники.

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.02.20.
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 № 79442

ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения с использованием квантовых технологий	ПК-1.1. Знает основные физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения	Знаком с принципами работы в разных операционных системах, офисных пакетах, а также в специализированных программных пакетах для расчётов и моделирования.
	ПК-1.2. Умеет проектировать физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения	Строит физические и математические модели схем и узлов
	ПК-1.3. Владеет навыками построения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок различного функционального назначения с использованием квантовых технологий	Владеет способностью использовать базовые закономерности и соотношения, описывающие функционирование устройств и установок квантовой и оптической электроники, а также математический аппарат фотоники и подходящие численные методы для анализа, описания и проектирования приборов и устройств фотоники с применением вычислительной техники.

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
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	64	64
Лекционные занятия	26	26
Практические занятия	26	26
Лабораторные занятия	12	12
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	80	80
Подготовка к зачету	19	19
Выполнение практического задания	30	30
Подготовка к тестированию	9	9
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

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

Согласована на портале № 79442

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
7 семестр						
1 Физические основы взаимодействия света и вещества	4	4	-	7	15	ПК-1
2 Распространение света в линейной изотропной среде	2	2	-	5	9	ПК-1
3 Распространение света в анизотропной среде	4	4	-	7	15	ПК-1
4 Взаимодействие света с границей раздела сред	2	2	4	11	19	ПК-1
5 Нелинейно-оптическое взаимодействие света с кристаллами	2	2	-	7	11	ПК-1
6 Генерация второй оптической гармоники в кристаллах	4	4	4	16	28	ПК-1
7 Другие нелинейно-оптические явления в кристаллах	4	4	4	17	29	ПК-1
8 Тепловое действие оптического излучения на вещество	2	2	-	5	9	ПК-1
9 Взаимодействие сверхкоротких импульсов с веществом	2	2	-	5	9	ПК-1
Итого за семестр	26	26	12	80	144	
Итого	26	26	12	80	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
7 семестр			
1 Физические основы взаимодействия света и вещества	Уравнения Максвелла. Вектор поляризации. Основное материальное уравнение. Нелинейная поляризация в волновом уравнении. Модели нелинейной поляризации. Временная и пространственная дисперсии.	4	ПК-1
	Итого	4	
2 Распространение света в линейной изотропной среде	Электронная теория дисперсии Лоренца. Дисперсия и поглощение света в линейной изотропной среде. Распространение светового импульса в диспергирующей среде. Рассеяние света.	2	ПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 79442

3 Распространение света в анизотропной среде	Оптическая анизотропия и основные эффекты кристаллооптики. Структура световой волны в анизотропном кристалле. Эллипсоид показателей преломления. Формулы Френеля. Двойное лучепреломление света на границе с анизотропной средой. Наведенная анизотропия: электро- и магнитооптические эффекты.	4	ПК-1
	Итого	4	
4 Взаимодействие света с границей раздела сред	Отражение и преломление света на границе раздела сред. Формулы Френеля. Эффект Брюстера. Отражение света от поверхности металла.	2	ПК-1
	Итого	2	
5 Нелинейно-оптическое взаимодействие света с кристаллами	Симметрия кристаллов. Квадратично- и кубично нелинейные кристаллы. Эффективные нелинейные коэффициенты, волновая расстройка. Уравнения для амплитуд связанных волн. Скалярные укороченные уравнения.	2	ПК-1
	Итого	2	
6 Генерация второй оптической гармоники в кристаллах	Интегралы движения для генерации второй гармоники. Аналитические решения системы укороченных уравнений. Эффективность преобразования во вторую гармонику. Приближения заданной интенсивности и заданного поля.	4	ПК-1
	Итого	4	
7 Другие нелинейно-оптические явления в кристаллах	Генерация суммарной частоты. Повышение частоты вверх (апконверсия). Генерация разностной частоты в терагерцовый диапазон. Параметрическое усиление. Параметрическая генерация. Самофокусировка света.	4	ПК-1
	Итого	4	
8 Тепловое действие оптического излучения на вещество	Оптический нагрев поглощающей среды. Импульсный нагрев поверхности металла лазерным излучением. Лазерный отжигполупроводников. Физические принципы лазерного термоядерного синтеза.	2	ПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 79442

9 Взаимодействие сверхкоротких импульсов с веществом	Сверхсильные световые поля. Новые технологии, базирующиеся на фемтосекундных импульсах. Перспективы исследований взаимодействия фемтосекундных импульсов с веществом.	2	ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

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
7 семестр			
1 Физические основы взаимодействия света и вещества	Уравнения Максвелла. Вектор поляризации. Основное материальное уравнение. Нелинейная поляризация в волновомуравнении. Модели нелинейной поляризации. Временная и пространственная дисперсии.	4	ПК-1
	Итого	4	
2 Распространение света в линейной изотропной среде	Электронная теория дисперсии Лоренца. Дисперсия и поглощение света в линейной изотропной среде. Распространение светового импульса в диспергирующей среде. Рассеяние света.	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Распространение света в анизотропной среде	Оптическая анизотропия и основные эффекты кристаллооптики. Структура световой волны в анизотропном кристалле. Эллипсоид показателей преломления. Формулы Френеля.	4	ПК-1
	Итого	4	
4 Взаимодействие света с границей раздела сред	Отражение и преломление света на границе раздела сред. Формулы Френеля. Эффект Брюстера. Отражение света от поверхности металла.	2	ПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 79442

5 Нелинейно-оптическое взаимодействие света с кристаллами	Эффективные нелинейные коэффициенты, волновая расстройка. Уравнения для амплитуд связанных волн. Скалярные укороченные уравнения.	2	ПК-1
	Итого	2	
6 Генерация второй оптической гармоники в кристаллах	Интегралы движения для генерации второй гармоники. Аналитические решения системы укороченных уравнений. Эффективность преобразования во вторую гармонику. Приближения заданной интенсивности и заданного поля.	4	ПК-1
	Итого	4	
7 Другие нелинейно-оптические явления в кристаллах	Генерация разностной частоты в терагерцовый диапазон. Параметрическое усиление. Параметрическая генерация.	4	ПК-1
	Итого	4	
8 Тепловое действие оптического излучения на вещество	Оптический нагрев поглощающей среды. Импульсный нагрев поверхности металла лазерным излучением.	2	ПК-1
	Итого	2	
9 Взаимодействие сверхкоротких импульсов с веществом	Сверхсильные световые поля. Новые технологии базирующиеся на фемтосекундных импульсах.	2	ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

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
7 семестр			
4 Взаимодействие света с границей раздела сред	Моделирование распространения световых пучков в оптически неоднородных средах	4	ПК-1
	Итого	4	
6 Генерация второй оптической гармоники в кристаллах	Эффективность генерации второй гармоники ограниченными пучками света	4	ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 79442

7 Другие нелинейно-оптические явления в кристаллах	Моделирование параметрической генерации света в средах с квадратичной нелинейностью	2	ПК-1
	Моделирование распространения световых пучков в нелинейных средах	2	ПК-1
	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
7 семестр				
1 Физические основы взаимодействия света и вещества	Подготовка к зачету	2	ПК-1	Зачёт
	Выполнение практического задания	4	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	7		
2 Распространение света в линейной изотропной среде	Подготовка к зачету	2	ПК-1	Зачёт
	Выполнение практического задания	2	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	5		
3 Распространение света в анизотропной среде	Подготовка к зачету	2	ПК-1	Зачёт
	Выполнение практического задания	4	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	7		

Согласована на портале № 79442

4 Взаимодействие света с границей раздела сред	Подготовка к зачету	2	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПК-1	Лабораторная работа
	Выполнение практического задания	2	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	11		
5 Нелинейно-оптическое взаимодействие света с кристаллами	Подготовка к зачету	2	ПК-1	Зачёт
	Выполнение практического задания	4	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	7		
6 Генерация второй оптической гармоники в кристаллах	Подготовка к зачету	3	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПК-1	Лабораторная работа
	Выполнение практического задания	6	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	16		
7 Другие нелинейно-оптические явления в кристаллах	Подготовка к зачету	2	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	ПК-1	Лабораторная работа
	Выполнение практического задания	4	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	17		
8 Тепловое действие оптического излучения на вещество	Подготовка к зачету	2	ПК-1	Зачёт
	Выполнение практического задания	2	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	5		

Согласована на портале № 79442

9 Взаимодействие сверхкоротких импульсов с веществом	Подготовка к зачету	2	ПК-1	Зачёт
	Выполнение практического задания	2	ПК-1	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Итого	5		
Итого за семестр		80		
Итого		80		

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, Практическое задание, 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
7 семестр				
Зачёт	0	0	20	20
Лабораторная работа	0	20	20	40
Практическое задание	15	8	7	30
Тестирование	5	5	0	10
Итого максимум за период	20	33	47	100
Нарастающим итогом	20	53	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

Согласована на портале № 79442

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. Взаимодействие оптического излучения с веществом: учебное пособие / П. П. Гейко. - Томск: ТУСУР, 2007. - 151 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 78 экз.).

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. Гейко П.П. Прикладная нелинейная оптика: учебное пособие, Томск, ТУСУР, 2007. - 109 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.).

2. Калитеевский, Н. И. Волновая оптика : учебное пособие / Н. И. Калитеевский. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 480 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/210113.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Физические основы квантовой и оптической электроники: Методические указания к практическим занятиям / С. М. Шандаров - 2013. 31 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3483.

2. Взаимодействие оптического излучения с веществом: Методические указания по самостоятельной работе / П. П. Гейко - 2012. 19 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1348.

3. Моделирование распространения световых пучков в нелинейных средах: Методические указания к лабораторным работам / П. П. Гейко - 2012. 11 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1352.

4. Моделирование параметрической генерации света в средах с квадратичной нелинейностью : Методические указания к лабораторным работам / П. П. Гейко - 2012. 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1351.

5. Эффективность генерации второй гармоники ограниченными пучками света: Методические указания к лабораторным работам / П. П. Гейко - 2012. 19 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1349.

6. Моделирование распространения световых пучков в нелинейных средах: Методические указания к лабораторным работам / П. П. Гейко - 2012. 11 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1353.

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,

Согласована на портале № 79442

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: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 110 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Лабораторные стенды (6 шт.);
- Измерительные приборы;
- Доска магнитно-маркерная;
- Оптическая скамья ОСК-4;
- Помещение для хранения учебного оборудования;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 111 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Учебный стенд "Оптика" - 2 шт.;
- Генератор АКИП-3409/3 - 2 шт.;
- Источник питания "Марс";
- Генератор Г5-54;
- Генератор функциональный АКТАКОМ АНР-3121;
- Мультиметр: DT 0205A, S-Line DT-830B;
- Осциллограф: Tektronix TBS2000, Rigol;
- Мультиметр Mastech MY68;
- Лабораторные стенды "Электрооптический эффект" - 2 шт., "Фазовый портрет" - 2 шт.;
- Лабораторный стенд "Полупроводниковые фотоприемники";
- Лабораторный стенд "Полупроводниковый лазер";

Согласована на портале № 79442

- 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.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)

Согласована на портале № 79442

1 Физические основы взаимодействия света и вещества	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Распространение света в линейной изотропной среде	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Распространение света в анизотропной среде	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Взаимодействие света с границей раздела сред	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Нелинейно-оптическое взаимодействие света с кристаллами	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Генерация второй оптической гармоники в кристаллах	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Другие нелинейно-оптические явления в кристаллах	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 79442

8 Тепловое действие оптического излучения на вещество	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
9 Взаимодействие сверхкоротких импульсов с веществом	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Практическое задание	Темы практических заданий
		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
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

Согласована на портале № 79442

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. Какой коэффициент нелинейной восприимчивости для ниобата лития наибольший?
   а) d31
   б) d33
   в) d15
   г) d22
2. В средах с каким типом нелинейности возможна генерация второй гармоники?
   а) в однородных линейных средах
   б) в средах с кубичной нелинейностью
   в) в средах с квадратичной нелинейностью
   г) в неоднородных линейных средах
3. 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
4. При падении на плоскую границу раздела двух прозрачных сред плоской световой волны под углом Брюстера …
   а) модуль коэффициента отражения R для составляющей вектора поляризации, перпендикулярной плоскости падения, стремится к единице
   б) модуль коэффициента отражения R для составляющей вектора поляризации в плоскости падения стремится к единице
   в) модуль коэффициента отражения R для составляющей вектора поляризации в плоскости падения обращается в нуль
   г) модуль коэффициента отражения R для составляющей вектора поляризации, перпендикулярной плоскости падения, обращается в нуль
5. Полное внутреннее отражение плоских световых волн на границе раздела сред с показателями преломления n1 и n2 …
   а) наблюдается только для волн, поляризованных нормально к плоскости падения
   б) наблюдается при их падении из оптически более плотной среды на менее плотную под

Согласована на портале № 79442

углом равным arcsin(n2 /n1)
в) наблюдается только для волн, поляризованных в плоскости падения
г) наблюдается при их падении из оптически менее плотной среды на более плотную под углом равным arcsin(n2 /n1)

6. Нелинейно-оптические эффекты обнаруживаются по …
а) влиянию интенсивности светового поля на характер оптических явлений
б) влиянию длины волны света на показатель преломления оптических материалов
в) влиянию поляризации света на оптическое поглощение в оптических материалах
г) влиянию степени монохроматичности света на контраст интерференционной картины
7. Самофокусировка светового пучка происходит в среде, где …
а) фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют отрицательный знак и по абсолютной величине увеличиваются с интенсивностью света
б) фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют отрицательный знак и по абсолютной величине уменьшаются с интенсивностью света
в) фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют положительный знак и увеличиваются с интенсивностью света
г) показатель преломления не зависит от интенсивности светового пучка
8. Самодефокусировка светового пучка происходит в среде, где …
а) фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют отрицательный знак и по абсолютной величине увеличиваются с интенсивностью света
б) фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют отрицательный знак и по абсолютной величине уменьшаются с интенсивностью света
в) фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют положительный знак и увеличиваются с интенсивностью света
г) показатель преломления не зависит от интенсивности светового пучка
9. Что называют длиной когерентности при генерации второй гармоники?
а) расстояние, на котором мощность данной гармоники увеличивается от нуля до первого максимального значения
б) расстояние, на котором мощность данной гармоники увеличивается линейно
в) расстояние, на котором мощность данной гармоники увеличивается квадратично
г) расстояние, на котором мощность данной гармоники достигает первого минимума
10. Для чего используется четвертьволновая пластинка?
а) поворота плоскости поляризации
б) подавления света в заданном спектральном диапазоне
в) преобразования линейно-поляризованного света в свет с круговой или эллиптической поляризацией
г) фокусировки
11. Для чего используется полуволновая пластинка?
а) поворота плоскости поляризации
б) подавления света в заданном спектральном диапазоне
в) преобразования линейно-поляризованного света в свет с круговой или эллиптической поляризацией
г) фокусировки
12. Что происходит с импульсом в прозрачной среде с нормальной дисперсией?
а) расплывается
б) сжимается
в) увеличивается по амплитуде
г) разбивается на несколько импульсов

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Уравнения Максвелла.
2. Вектор поляризации. Основное материальное уравнение.
3. Нелинейная поляризация в волновом уравнении. Модели нелинейной поляризации.
4. Временная и пространственная дисперсии
5. Электронная теория дисперсии Лоренца.
6. Дисперсия и поглощение света в линейной изотропной среде.
7. Распространение светового импульса в диспергирующей среде.

Согласована на портале № 79442

8. Рассеяние света
9. Оптическая анизотропия и основные эффекты кристаллооптики.
10. Структура световой волны в анизотропном кристалле.
11. Эллипсоид показателей преломления.
12. Отражение и преломление света на границе раздела сред.
13. Формулы Френеля.
14. Эффект Брюстера.
15. Отражение света от поверхности металла
16. Эффективные нелинейные коэффициенты, волновая расстройка.
17. Уравнения для амплитуд связанных волн.
18. Скалярные укороченные уравнения
19. Интегралы движения для генерации второй гармоники.
20. Аналитические решения системы укороченных уравнений.
21. Эффективность преобразования во вторую гармонику.
22. Приближения заданной интенсивности и заданного поля
23. Генерация разностной частоты в терагерцовый диапазон.
24. Параметрическое усиление.
25. Параметрическая генерация.
26. Самофокусировка света.
27. Оптический нагрев поглощающей среды.
28. Импульсный нагрев поверхности металла лазерным излучением.
29. Сверхсильные световые поля. Новые технологии базирующиеся на фемтосекундных импульсах.

9.1.3. Темы практических заданий

1. Физические основы взаимодействия света и вещества
2. Распространение света в линейной изотропной среде
3. Распространение света в анизотропной среде
4. Взаимодействие света с границей раздела сред
5. Нелинейно-оптическое взаимодействие света с кристаллами
6. Генерация второй оптической гармоники в кристаллах
7. Другие нелинейнооптические явления в кристаллах
8. Тепловое действие оптического излучения на вещество
9. Взаимодействие сверхкоротких импульсов с веществом

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Моделирование распространения световых пучков в оптически неоднородных средах
2. Эффективность генерации второй гармоники ограниченными пучками света
3. Моделирование параметрической генерации света в средах с квадратичной нелинейностью
4. Моделирование распространения световых пучков в нелинейных средах

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.

Согласована на портале № 79442

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

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

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

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

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

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

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– 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

Согласована на портале № 79442

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 № 79442

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП
протокол № 11 от «24» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Заведующий обеспечивающей каф. ЭП	Н.И. Буримов	Согласовано, 393931b1-af66-45e5-a537-c5831244e4ca
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ЭП	А.И. Аксенов	Согласовано, d90d5f87-f1a9-4440-b971-ce4f7e994961
Профессор, каф. ЭП	Л.Н. Орликов	Согласовано, 8afa57b7-3fcf-44bc-922a-3c3f168876e6

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. ЭП	М.В. Бородин	Разработано, 4bab9e2d-1d70-4531-8ac1-b921b013421a

Согласована на портале № 79442