МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ 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: **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	12	12	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	8	8	часов
4	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
5	Самостоятельная работа	36	36	часов
6	Всего (без экзамена)	72	72	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е.

Зачет: 7 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 41165

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 66 от «20» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

старший преподаватель каф. ЭП _____ М. В. Бородин

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ _____ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф. ЭП _____ С. М. Шандаров

Эксперты:

Профессор кафедры электронных приборов (ЭП) _____ Л. Н. Орликов

Доцент кафедры электронных приборов (ЭП) _____ А. И. Аксенов

Согласована на портале № 41165

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов представлений о взаимодействии оптического излучения с веществом – важнейшим разделе оптической физики.

1.2. Задачи дисциплины

– освоение студентами современных специальных знаний в области взаимодействия оптического и, прежде всего, лазерного излучения с веществом;

– 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

Дисциплина «Взаимодействие оптического излучения с веществом» (Б1.В.ДВ.9.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Акустооптические методы обработки информации, Оптические методы обработки информации, Уравнения оптофизики, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Квантовая и оптическая электроника, Нелинейная оптика, Оптоэлектронные приборы и устройства, Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– ПК-2 способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** механизмы поглощения света и передачи энергии; закономерности нагрева и лазерного разрушения поглощающих материалов; механизмы оптического пробоя прозрачных сред

– **уметь** строить математические и физические модели процессов взаимодействия световых волн с веществом с последующим применением этих моделей для разработки и исследований устройств электроники и наноэлектроники

– **владеть** современными подходами и методикам построения математических и физических моделей процессов взаимодействия световых волн с веществом с последующим применением этих моделей для разработки и исследований устройств электроники и наноэлектроники

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	36	36
Лекции	12	12
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	8	8
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16

Согласована на портале № 41165

Проработка лекционного материала	11	11
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	9	9
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость, ч	72	72
Зачетные Единицы	2.0	2.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Физические основы взаимодействия света и вещества	2	2	0	3	7	ПК-1, ПК-2
2 Распространение света в линейной изотропной среде	1	2	0	2	5	ПК-1, ПК-2
3 Распространение света в анизотропной среде	1	1	0	2	4	ПК-1, ПК-2
4 Взаимодействие света с границей раздела сред	1	1	2	6	10	ПК-1, ПК-2
5 Нелинейно-оптическое взаимодействие света с кристаллами	2	2	0	3	7	ПК-1, ПК-2
6 Генерация второй оптической гармоники в кристаллах	2	2	2	6	12	ПК-1, ПК-2
7 Другие нелинейно-оптические явления в кристаллах	1	2	4	10	17	ПК-1, ПК-2
8 Тепловое действие оптического излучения на вещество	1	2	0	2	5	ПК-1, ПК-2
9 Взаимодействие сверхкоротких импульсов с веществом	1	2	0	2	5	ПК-1, ПК-2
Итого за семестр	12	16	8	36	72	
Итого	12	16	8	36	72	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			

Согласована на портале № 41165

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.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
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.	1	ПК-1, ПК-2
	Итого	1	
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	1	ПК-1, ПК-2
	Итого	1	
4 Взаимодействие света с границей раздела сред	Отражение и преломление света на границе раздела сред. Формулы Френеля. Эффект Брюстера. Отражение света от поверхности металла	1	ПК-1, ПК-2
	Итого	1	
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, ПК-2
	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.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
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.	1	ПК-1, ПК-2
	Итого	1	
8 Тепловое действие оптического излучения на вещество	Оптический нагрев поглощающей среды. Импульсный нагрев поверхности металла лазерным излучением. Лазерный отжигполупроводников. Физические принципы лазерного термоядерного синтеза.	1	ПК-1, ПК-2
	Итого	1	
9 Взаимодействие	Сверхсильные световые поля. Новые технологии	1	ПК-1, ПК-

Согласована на портале № 41165

сверхкоротких импульсов с веществом	базирующиеся на фемтосекундных импульсах. Перспективы исследований взаимодействия фемтосекундных импульсов с веществом.		2
	Итого	1	
Итого за семестр		12	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Акустооптические методы обработки информации	+	+	+	+				+	+
2 Оптические методы обработки информации	+	+	+	+	+			+	
3 Уравнения оптофизики	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины									
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Квантовая и оптическая электроника	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Нелинейная оптика	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Оптоэлектронные приборы и устройства	+	+	+	+				+	+
5 Преддипломная практика	+	+	+	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест

Согласована на портале № 41165

ПК-2	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
4 Взаимодействие света с границей раздела сред	Моделирование распространения световых пучков в оптически неоднородных средах	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
6 Генерация второй оптической гармоники в кристаллах	Эффективность генерации второй гармоники ограниченными пучками света	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
7 Другие нелинейно-оптические явления в кристаллах	Моделирование параметрической генерации света в средах с квадратичной нелинейностью	2	ПК-1, ПК-2
	Моделирование распространения световых пучков в нелинейных средах	2	
	Итого	4	
Итого за семестр		8	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	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	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
2 Распространение света в линейной изотропной среде	Электронная теория дисперсии Лоренца. Дисперсия ипоглощение света в линейной изотропной среде. Распространениесветового импульса в диспергирующей среде. Рассеяние света	2	ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 41165

	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.	1	ПК-1, ПК-2
	Итого	1	
4 Взаимодействие света с границей раздела сред	Отражение и преломление света на границе раздела сред. Формулы Френеля. Эффект Брюстера. Отражение света от поверхности металла	1	ПК-1, ПК-2
	Итого	1	
5 Нелинейно-оптическое взаимодействие света с кристаллами	Эффективные нелинейные коэффициенты, волновая расстройка. Уравнения для амплитуд связанных волн. Скалярныеукороченные уравнения	2	ПК-1, ПК-2
	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	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
7 Другие нелинейно-оптические явления в кристаллах	Генерация разностной частоты в терагерцовый диапазон. Параметрическое усиление. Параметрическая генерация	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
8 Тепловое действие оптического излучения на вещество	Оптический нагрев поглощающей среды. Импульсный нагрев поверхности металла лазерным излучением.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
9 Взаимодействие сверхкоротких импульсов с веществом	Сверхсильные световые поля. Новые технологии базирующиеся на фемтосекундных импульсах.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		16	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Физические основы взаимодействия света и вещества	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-1, ПК-2	Зачет, Опрос на занятиях, Тест

Согласована на портале № 41165

	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	3		
2 Распространение света в линейной изотропной среде	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-1, ПК-2	Зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
3 Распространение света в анизотропной среде	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-1, ПК-2	Зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
4 Взаимодействие света с границей раздела сред	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-1, ПК-2	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
5 Нелинейно-оптическое взаимодействие света с кристаллами	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-1, ПК-2	Зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	3		
6 Генерация второй оптической гармоники в кристаллах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-1, ПК-2	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	6		
7 Другие нелинейно-оптические явления в кристаллах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-1, ПК-2	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	10		

Согласована на портале № 41165

8 Тепловое действие оптического излучения на вещество	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-1, ПК-2	Зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
9 Взаимодействие сверхкоротких импульсов с веществом	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-1, ПК-2	Зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
Итого за семестр		36		
Итого		36		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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				
Зачет			20	20
Опрос на занятиях	12	12	6	30
Отчет по лабораторной работе	20	20		40
Тест			10	10
Итого максимум за период	32	32	36	100
Нарастающим итогом	32	64	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Согласована на портале № 41165

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	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)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Взаимодействие оптического излучения с веществом: учебное пособие / П. П. Гейко. - Томск: ТУСУР, 2007. - 151 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 88 экз.)
2. Гейко П.П. Прикладная нелинейная оптика: учебное пособие, Томск, ТУСУР, 2007. - 109 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Оптика: Учебное пособие для вузов / Г. С. Ландсберг. - М. : Физматлит, 2006. - 848 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 28 экз.)
2. Волновая оптика: Учебное пособие для вузов / Н. И. Калитеевский. - 4-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2006. - 465 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)
3. Ярив А., Юх П. Оптические волны в кристаллах. - М.: Мир, 1987. – 616 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Эффективность генерации второй гармоники ограниченными пучками света [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам / П. П. Гейко - 2012. 19 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1349 (дата обращения: 28.07.2018).
2. Моделирование распространения световых пучков в нелинейных средах [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам / П. П. Гейко - 2012. 11 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1352 (дата обращения: 28.07.2018).
3. Моделирование параметрической генерации света в средах с квадратичной нелинейностью [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам / П. П. Гейко - 2012. 14 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1351 (дата обращения: 28.07.2018).
4. Моделирование распространения световых пучков в нелинейных средах [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам / П. П. Гейко - 2012. 11 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1353 (дата обращения: 28.07.2018).
5. Взаимодействие оптического излучения с веществом [Электронный ресурс]: Методические указания по самостоятельной работе / П. П. Гейко - 2012. 19 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1348 (дата обращения: 28.07.2018).
6. Взаимодействие оптического излучения с веществом [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям для студентов направления 210100.62 – "Электроника и наноэлектроника" / В. В. Щербина, С. М. Шандаров - 2014. 16 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4089 (дата обращения: 28.07.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся

Согласована на портале № 41165

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.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. 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.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. 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.);
- Осциллограф С 1-93;
- Источник питания ТВ-1;
- Источник питания Б5-43;
- Генератор импульсов Г5-54 (3 шт.);

Согласована на портале № 41165

- Генератор импульсов Г5-56;
- Вольтметр В7-78/1;
- Мультиметр FLUKE 8845A;
- Осциллограф TEKTRONIX TDS 2012C;
- Источник питания Mastech HY 3002D-2;
- Лабораторные стенды: «Электрооптический эффект» (2 шт.), «Фазовый портрет»;
- Компьютер (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
– Google Chrome
– OpenOffice

13.1.4. 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.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. 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 зрениями** 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.

Согласована на портале № 41165

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Наибольший коэффициент нелинейной восприимчивости для ниобата лития это...	d_{31}
	d_{33}
	d_{15}
	d_{22}

2. Укажите волновое уравнение для среды с учетом наводимой в ней световыми волнами нелинейной электрической поляризации	$\nabla^2\mathbf{E} - \mu_0 \frac{\partial^2(\boldsymbol{\varepsilon}\cdot\mathbf{E})}{\partial t^2} = \mu_0 \frac{\partial^2 \mathbf{P}_{nl}}{\partial t^2}$
	$\nabla^2 E - \mu\varepsilon \frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = 0$
	$\frac{\partial A}{\partial z} - \frac{i}{2k}\frac{\partial^2 A}{\partial x^2} = \frac{ik\Delta n_{nl}}{n} A$
	$U'' + \left(\frac{2k^2\Delta n_{нл}}{n} - 2k\gamma\right)U = 0$

3. Укажите условия синхронизма для генерации волны суммарной частоты в нелинейной среде	$\omega_3 > 2\omega_1$ $\mathbf{k}_3 < 2\mathbf{k}_1$
	$\omega_3 = \omega_1 - \omega_2$ $\mathbf{k_3} = \mathbf{k}_1 - \mathbf{k}_2$
	$\omega_3 = 2\omega_1$ $\mathbf{k}_3 = 2\mathbf{k}_1$
	$\omega_3 = \omega_1 + \omega_2$ $\mathbf{k}_3 = \mathbf{k}_1 + \mathbf{k}_2$

4. В средах с каким типом нелинейности возможна генерация второй гармоники?	в однородных линейных средах
	в средах с кубичной нелинейностью
	в средах с квадратичной нелинейностью
	в неоднородных линейных средах

5. При падении на плоскую границу раздела	модуль коэффициента отражения $\lvert R_\perp \rvert$ для

Согласована на портале № 41165

двух прозрачных сред плоской световой волны под углом Брюстера …	составляющей вектора поляризации, перпендикулярной плоскости падения, стремится к единице
	модуль коэффициента отражения $\lvert R_{\parallel} \rvert$ для составляющей вектора поляризации в плоскости падения стремится к единице
	модуль коэффициента отражения $\lvert R_{\parallel} \rvert$ для составляющей вектора поляризации в плоскости падения обращается в нуль
	модуль коэффициента отражения $\lvert R_{\perp} \rvert$ для составляющей вектора поляризации, перпендикулярной плоскости падения, обращается в нуль

6. Полное внутреннее отражение плоских световых волн на границе раздела сред с показателями преломления n_1 и n_2 …	наблюдается только для волн, поляризованных нормально к плоскости падения
	наблюдается при их падении из оптически более плотной среды на менее плотную под углом $\theta_i > \arcsin(n_2 / n_1)$
	наблюдается только для волн, поляризованных в плоскости падения
	наблюдается при их падении из оптически менее плотной среды на более плотную под углом $\theta_i > \arcsin(n_2 / n_1)$

7. Нелинейно-оптические эффекты обнаруживаются по …	влиянию интенсивности светового поля на характер оптических явлений
	влиянию длины волны света на показатель преломления оптических материалов
	влиянию поляризации света на оптическое поглощение в оптических материалах
	влиянию степени монохроматичности света на контраст интерференционной картины

8. Условием проявления оптической нелинейности среды является зависимость относительной диэлектрической проницаемости материала от:	напряженности светового поля
	длины волны света
	поляризации светового излучения
	начальной фазы световой волны

Согласована на портале № 41165

9. Самофокусировка светового пучка происходит в среде, где …	фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют отрицательный знак и по абсолютной величине увеличиваются с интенсивностью света
	фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют отрицательный знак и по абсолютной величине уменьшаются с интенсивностью света
	фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют положительный знак и увеличиваются с интенсивностью света
	показатель преломления не зависит от интенсивности светового пучка

10. Мощность второй гармоники при малой эффективности преобразования увеличивается	прямо пропорционально квадрату длины взаимодействия
	обратно пропорционально квадрату длины взаимодействия
	прямо пропорционально длине взаимодействия
	обратно пропорционально длине взаимодействия

11. Самодефокусировка светового пучка происходит в среде, где …	фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют отрицательный знак и по абсолютной величине увеличиваются с интенсивностью света
	фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют отрицательный знак и по абсолютной величине уменьшаются с интенсивностью света
	фотоиндуцированные возмущения показателя преломления имеют положительный знак и увеличиваются с интенсивностью света
	показатель преломления не зависит от интенсивности светового пучка

12. Длиной когерентности для генерации второй гармоники называется расстояние	мощность данной гармоники увеличивается от нуля до первого

Согласована на портале № 41165

взаимодействия, при котором:	максимального значения
	мощность данной гармоники увеличивается линейно
	мощность данной гармоники увеличивается квадратично
	мощность данной гармоники достигает первого минимума

13. При генерации второй оптической гармоники:	один фотон на частоте накачки порождает два фотона на частоте второй гармоники
	один фотон на частоте накачки порождает один фотон на частоте второй гармоники
	два фотона на частоте накачки порождают один фотон на частоте второй гармоники
	два фотона на частоте накачки порождают два фотона на частоте второй гармоники

14. Угловой синхронизм при генерации второй гармоники может быть реализован:	в кубических кристаллах без центра симметрии
	в оптически изотропных средах
	в гиротропных кубических кристаллах
	в оптически отрицательных одноосных кристаллах без центра симметрии

15. При параметрической генерации света:	два фотона с различающимися частотами порождают один фотон с суммарной частотой
	два фотона с различающимися частотами порождают один фотон с разностной частотой
	один фотон накачки порождает два фотона, сумма частот которых равна частоте накачки
	один фотон накачки порождает два фотона, разность частот которых равна частоте накачки

16. Четвертьволновая пластинка используется для...	поворота плоскости поляризации
	подавления света в заданном спек-

Согласована на портале № 41165

	тральном диапазоне
	преобразования линейно-поляризованного света в свет с круговой или эллиптической поляризацией
	фокусировки

17. Полуволновая пластинка используется для ...	поворота плоскости поляризации
	подавления света в заданном спектральном диапазоне
	преобразования линейно-поляризованного света в свет с круговой или эллиптической поляризацией
	фокусировки

18. Какой компонент НЕ требуется для работы параметрического генератора света?	источник когерентного излучения накачки
	резонатор
	детектор излучения
	нелинейный кристалл

19. В прозрачной среде с нормальной дисперсией световой импульс...	расплывается
	сжимается
	увеличивается по амплитуде
	разбивается на несколько импульсов

20. Какой эффект возникает благодаря нелинейности третьего порядка поляризации среды ?	генерация разностной частоты
	параметрическое усиление
	комбинационное рассеяние света
	генерация второй гармоники

14.1.2. Темы опросов на занятиях

1. Уравнения Максвелла. Вектор поляризации. Основное материальное уравнение. Нелинейная поляризация в волновом уравнении. Модели нелинейной поляризации. Временная и пространственная дисперсии

2. Электронная теория дисперсии Лоренца. Дисперсия и поглощение света в линейной изотропной среде. Распространение светового импульса в диспергирующей среде. Рассеяние света

3. Оптическая анизотропия и основные эффекты кристаллооптики. Структура световой волны в анизотропном кристалле. Эллипсоид показателей преломления. Формулы Френеля.

4. Отражение и преломление света на границе раздела сред. Формулы Френеля. Эффект Брюстера. Отражение света от поверхности металла

5. Эффективные нелинейные коэффициенты, волновая расстройка. Уравнения для амплитуд связанных волн. Скалярные укороченные уравнения

Согласована на портале № 41165

6. Интегралы движения для генерации второй гармоники. Аналитические решения системы укороченных уравнений. Эффективность преобразования во вторую гармонику. Приближения заданной интенсивности и заданного поля

7. Генерация разностной частоты в терагерцовый диапазон. Параметрическое усиление. Параметрическая генерация

8. Оптический нагрев поглощающей среды. Импульсный нагрев поверхности металла лазерным излучением.

9. Сверхсильные световые поля. Новые технологии базирующиеся на фемтосекундных импульсах.

14.1.3. Зачёт

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.
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.

14.1.4. Темы лабораторных работ

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

14.2. 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 14.

Согласована на портале № 41165

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. 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 № 41165