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

Распространение лазерных пучков

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **12.03.03 Фотоника и оптоинформатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Фотоника нелинейных, волноводных и периодических структур**
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 № 41409

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) 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, утвержденного 03.09.2015 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 № 41409

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов представлений о распространении лазерных пучков в различных средах

1.2. Задачи дисциплины

– дать студентам современные специальные знания с учетом последних научных достижений в области лазерных воздействий на вещество, включая механизмы поглощения света и передачи энергии;

– изучить закономерности нагрева и лазерного разрушения поглощающих материалов;

– дать представления об оптическом пробое прозрачных сред

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Распространение лазерных пучков» (Б1.В.ДВ.9.2) 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, Нелинейная оптика, Преддипломная практика, Приборы квантовой электроники и фотоники, Физические основы квантовой и оптической электроники.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-1 способностью к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики;

– ПК-2 готовностью к математическому моделированию процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** методы анализа поставленной проектной задачи в области фотоники и оптоинформатики на основе подбора и изучения литературных и патентных источников; элементную базу полупроводниковых, волоконных и планарных лазеров

– **уметь** выполнять математическое (компьютерное) моделирования с целью анализа и оптимизации параметров объектов фотоники и оптоинформатики на базе имеющихся средств исследований и проектирования, включая стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследований; проводить исследования различных объектов фотоники и оптоинформатики по заданной методике с выбором технических средств и обработкой результатов

– **владеть** приемами наладки, настройки и опытной проверки отдельных видов элементов, устройств и систем фотоники и оптоинформатики в лабораторных условиях и на объектах

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

Согласована на портале № 41409

Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
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 распространения лазерных пучков в веществе	2	2	0	3	7	ПК-1, ПК-2
2 Распространение лазерных пучков в линейной изотропной среде	1	2	0	2	5	ПК-1, ПК-2
3 Распространение лазерных пучков в анизотропной среде	1	1	0	2	4	ПК-1, ПК-2
4 Распространение лазерных пучков на границе раздела сред	1	1	2	6	10	ПК-1, ПК-2
5 Распространение лазерных пучков в нелинейных средах	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 лазерного 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

Согласована на портале № 41409

7 семестр			
1 Физические основы распространения лазерных пучков в веществе	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 лазерных пучков 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 лазерных пучков 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 Распространение лазерных пучков на границе 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 Распространение лазерных пучков в нелинейных средах	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 лазерного излучения на вещество	Оптический нагрев поглощающей среды. Импульсный нагрев поверхности металла лазерным излучением. Лазерный отжиг полупроводников. Физические принципы лазерного термоядерного синтеза.	1	ПК-1, ПК-2
	Итого	1	

Согласована на портале № 41409

9 Взаимодействие сверхкоротких импульсов с веществом	Сверхсильные световые поля. Новые технологии базирующиеся на фемтосекундных импульсах. Перспективы исследований взаимодействия фемтосекундных импульсов с веществом.	1	ПК-1, ПК-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 Нелинейная оптика	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Преддипломная практика	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Приборы квантовой электроники и фотоники	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5 Физические основы квантовой и оптической электроники	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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 № 41409

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 Распространение лазерных пучков на границе 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 распространения лазерных пучков в веществе	Уравнения Максвелла. Вектор поляризации. Основное материальное уравнение. Нелинейная поляризация в волновом уравнении. Модели нелинейнойполяризации. Временная и пространственная дисперсии	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
2 Распространение лазерных пучков 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, ПК-2

Согласована на портале № 41409

	Итого	2	
3 Распространение лазерных пучков 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 Распространение лазерных пучков на границе 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 Распространение лазерных пучков в нелинейных средах	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 разностной частоты в терагерцовый диапазон. Параметрическое усиление. Параметрическая генерация	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
8 Тепловое действие лазерного 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 распространения лазерных пучков в	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПК-1, ПК-2	Зачет, Опрос на занятиях, Тест

Согласована на портале № 41409

веществе	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	3		
2 Распространение лазерных пучков 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 лазерных пучков 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 Распространение лазерных пучков на границе 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 Распространение лазерных пучков в нелинейных средах	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 № 41409

8 Тепловое действие лазерного 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 № 41409

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. Квантовые приборы и устройства [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В. Н. Давыдов - 2018. 112 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7231 (дата обращения: 30.07.2018).

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

3. Взаимодействие оптического излучения с веществом: учебное пособие / П. П. Гейко. - Томск: ТУСУР, 2007. - 151 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 88 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Волновая оптика: Учебное пособие для вузов / Н. И. Калитеевский. - 4-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2006. - 465 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)

2. 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. Взаимодействие оптического излучения с веществом [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям для студентов направления 200700 – "Фотоника и оптоинформатика" / В. В. Щербина, С. М. Шандаров - 2014. 16 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4088 (дата обращения: 30.07.2018).

2. Распространение лазерных пучков [Электронный ресурс]: Методические указания по самостоятельной работе / П. П. Гейко - 2012. 17 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2290 (дата обращения: 30.07.2018).

3. 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: 30.07.2018).

4. 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: 30.07.2018).

5. 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: 30.07.2018).

6. 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: 30.07.2018).

Согласована на портале № 41409

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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;

Согласована на портале № 41409

- Источник питания ТВ-1;
- Источник питания Б5-43;
- Генератор импульсов Г5-54 (3 шт.);
- 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 № 41409

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. Геометрическое место точек, в которых фаза волны одинакова, называется…	волновым фронтом
	амплитудным фронтом
	поляризационным фронтом
	плоским фронтом

2. Существуют следующие виды поляризации световых волн:	линейная, тангенциальная
	линейная, эллиптическая, круговая
	плоская, выпуклая
	линейная, сферическая, круговая

3. При падении на плоскую границу раздела двух прозрачных сред плоской световой волны под углом Брюстера …	модуль коэффициента отражения $\lvert R_{\perp} \rvert$ для 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

4. 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

Согласована на портале № 41409

	углом $\theta_i > \arcsin(n_2 / n_1)$

5. 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

6. 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

7. 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

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

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

Согласована на портале № 41409

	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 взаимодействия, при котором:	мощность данной гармоники увеличивается от нуля до первого 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

Согласована на портале № 41409

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

16. 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

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

Согласована на портале № 41409

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

19. 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

20. Какой параметр характеризует среду распространения электромагнитной волны?	длина волны
	показатель преломления
	напряженность электрического поля
	начальная фаза

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

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.

Согласована на портале № 41409

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. 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

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.

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	Тесты, письменные самостоятельные	Преимущественно проверка

Согласована на портале № 41409

общемедицинским показаниям	работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	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 № 41409