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

Нелинейная оптика

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: **8**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	20	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	50	50	часов
5	Самостоятельная работа	58	58	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Зачет: 8 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 40892

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 ЭП ТУСУР	_____	Л. Н. Орликов
Доцент кафедры электронных приборов (ЭП)	_____	А. И. Аксенов

Согласована на портале № 40892

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов понимания теоретических и физических основ современной нелинейной оптики для последующего использования этих знаний при разработке, эксплуатации, исследовании физических свойств и технических характеристик

элементов и устройств нелинейной оптики

1.2. Задачи дисциплины

– развитие навыков проведения научных экспериментов с применением элементов и устройств нелинейной оптики

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Нелинейная оптика» (Б1.В.ДВ.10.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Взаимодействие оптического излучения с веществом, Интегральная оптика, Компьютерное моделирование и проектирования приборов квантовой электроники, Компьютерное моделирование и проектирования приборов оптической электроники, Математика, Материалы электронной техники, Распространение лазерных пучков, Уравнения оптофизики, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, 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** основные явления и законы нелинейной оптики; принципы функционирования измерительной аппаратуры; механизмы возникновения погрешностей при измерении и обработке результатов

– **уметь** использовать современные методы анализа для расчёта нелинейного взаимодействия излучения с веществом; строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники; подбирать и использовать для эксперимента необходимое оборудование и материалы; использовать известные методики экспериментальных исследований в области оптики; рассчитывать погрешности измерения и находить способы уменьшения погрешностей; оценивать вычислительные погрешности при обработке результатов

– **владеть** терминологией, используемой в нелинейной оптике; современными методами анализа и расчёта нелинейного взаимодействия излучения с веществом; методами анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; методиками проведения экспериментальных измерений; программными средствами компьютерного моделирования; методами оценки и уменьшения погрешностей; способами представления физической информации в математической и графической форме

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	50	50

Согласована на портале № 40892

Лекции	20	20
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	12	12
Самостоятельная работа (всего)	58	58
Оформление отчетов по лабораторным работам	18	18
Проработка лекционного материала	25	25
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	15	15
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

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
8 семестр						
1 Введение	1	0	0	2	3	ПК-1, ПК-2
2 Общие вопросы нелинейной оптики	3	4	0	8	15	ПК-1, ПК-2
3 Преобразование частоты лазерного излучения при взаимодействии волн в однородных нелинейных средах	4	6	8	20	38	ПК-1, ПК-2
4 Преобразование частоты при квазисинхронном взаимодействии	2	2	0	6	10	ПК-1, ПК-2
5 Вынужденное рассеяние света	2	0	0	3	5	ПК-1, ПК-2
6 Нелинейные явления в оптических волноводах	3	0	0	3	6	ПК-1, ПК-2
7 Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков	3	6	4	13	26	ПК-1, ПК-2
8 Обращение волнового фронта и другие нелинейные явления	2	0	0	3	5	ПК-1, ПК-2
Итого за семестр	20	18	12	58	108	
Итого	20	18	12	58	108	

Согласована на портале № 40892

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
8 семестр			
1 Введение	Цели и задачи, предмет и содержание курса. Современное состояние и научная проблематика нелинейной оптики.	1	ПК-1, ПК-2
	Итого	1	
2 Общие вопросы нелинейной оптики	Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике. Общий подход к описанию нелинейных эффектов второго порядка. Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго порядка.	3	ПК-1, ПК-2
	Итого	3	
3 Преобразование частоты лазерного излучения при взаимодействии волн в однородных нелинейных средах	Генерация волны суммарной частоты при коллинеарном взаимодействии в ниобате лития. Генерация второй гармоники. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники. Генерация второй гармоники при наличии обратного воздействия.Параметрическое усиление. Параметрическая генерация.	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
4 Преобразование частоты при квазисинхронном взаимодействии	Квазисинхронное взаимодействие в периодических нелинейных структурах. Периодические доменныеструктуры в сегнетоэлектриках. Методы формирования индуцированных доменов и регулярных доменныхструктур.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
5 Вынужденное рассеяние света	Вынужденное комбинационное рассеяние. Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
6 Нелинейные явления в оптических волноводах	Волноводная генерация второй гармоники. Генерация гармоник на периодических доменных структурах воптических волноводах.	3	ПК-1, ПК-2
	Итого	3	
7 Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков	Распространение световых пучков и световых импульсов в нелинейной среде. Самофокусировка исамодефокусировка световых пучков. Фазовая самомодуляция и компрессия световых импульсов.Временные оптические солитоны. Пространственные оптические солитоны. Пространственные солитоны вфоторефрактивных кристаллах и их взаимодействие	3	ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 40892

	Итого	3	
8 Обращение волнового фронта и другие нелинейные явления	Динамическая голография и обращение волнового фронта. Способы обращения волнового фронта ипримененения. Оптическая бистабильность. Нелинейный интерферометр Фабри-Перо.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		20	

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
Предшествующие дисциплины								
1 Взаимодействие оптического излучения с веществом	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Интегральная оптика						+	+	
3 Компьютерное моделирование и проектирования приборов квантовой электроники			+	+		+	+	+
4 Компьютерное моделирование и проектирования приборов оптической электроники			+	+		+	+	+
5 Математика		+	+	+	+	+	+	+
6 Материалы электронной техники		+	+	+	+	+	+	+
7 Распространение лазерных пучков		+	+	+	+	+	+	+
8 Уравнения оптофизики	+	+	+	+	+	+	+	+
9 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины								
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+	+	+
2 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

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 40892

Компетенции	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест
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
8 семестр			
3 Преобразование частоты лазерного излучения при взаимодействии волн в однородных нелинейных средах	Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах. Часть 1. Исследование кривых углового синхронизма	4	ПК-1, ПК-2
	Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах. Часть 2. Исследование кривых температурного синхронизма	4	
	Итого	8	
7 Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков	Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

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
8 семестр			
2 Общие вопросы нелинейной оптики	Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике	4	ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 40892

	Итого	4	
3 Преобразование частоты лазерного излучения при взаимодействии волн в однородных нелинейных средах	Преобразование частоты лазерного излучения при взаимодействии волн в однородных нелинейных средах.	6	ПК-1, ПК-2
	Итого	6	
4 Преобразование частоты при квазисинхронном взаимодействии	Преобразование частоты при квазисинхронном взаимодействии	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
7 Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков	Распространение световых пучков в нелинейной среде. Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков. Пространственные оптические солитоны	6	ПК-1, ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		18	

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
8 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	2		
2 Общие вопросы нелинейной оптики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
3 Преобразование частоты лазерного излучения при взаимодействии волн в однородных нелинейных средах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	20		

Согласована на портале № 40892

4 Преобразование частоты при квазисинхронном взаимодействии	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	6		
5 Вынужденное рассеяние света	Проработка лекционного материала	3	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	3		
6 Нелинейные явления в оптических волноводах	Проработка лекционного материала	3	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	3		
7 Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	13		
8 Обращение волнового фронта и другие нелинейные явления	Проработка лекционного материала	3	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	3		
Итого за семестр		58		
Итого		58		

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
8 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

Согласована на портале № 40892

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.

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. Введение в нелинейную оптику [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Шандаров С. М. - 2012. 41 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2059 (дата обращения: 26.07.2018).

2. Основы физической и квантовой оптики [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2012. 197 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/750 (дата обращения: 26.07.2018).

3. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Шандаров В. М., Мандель А. Е., Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2012. 244 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1553 (дата обращения: 26.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Информационная оптика / Под ред. Н.Н. Евтихеева. Учебное пособие – М., Издательство МЭИ, 2000. - 516 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

2. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника. Учебник для ВУЗов.- М.: Высшая школа, 2001. – 574 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 150 экз.)

3. Прикладная нелинейная оптика: учебное пособие / П. П. Гейко. – Томск: ТУСУР, 2007. – 109 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 83 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе по курсам "Нелинейная оптика" и "Когерентная оптика и голография" для студентов направлений 200700 "Фотоника и оптоинформатика" и 210100 "Электроника и наноэлектроника" / Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2014. 19 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4103 (дата обращения: 26.07.2018).

Согласована на портале № 40892

2. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / Шандаров С. М., Бородин М. В. - 2012. 21 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1893 (дата обращения: 26.07.2018).

3. Нелинейная оптика [Электронный ресурс]: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе для студентов направления 200700 "Фотоника и оптоинформатика" / Шандаров С. М. - 2014. 33 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4109 (дата обращения: 26.07.2018).

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся 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.

Согласована на портале № 40892

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.);
- 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

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, видео-

Согласована на портале № 40892

техникой, 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.

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	$\omega_3 > 2\omega_1$ $\mathbf{k}_3 < 2\mathbf{k}_1$
	$\omega_3 = \omega_1 - \omega_2$ $\mathbf{k}_3 = \mathbf{k}_1 - \mathbf{k}_2$
	$\omega_3 = 2\omega_1$ $\mathbf{k}_3 = 2\mathbf{k}_1$
	$\omega_3 = \omega_1 + \omega_2$ $\mathbf{k}_3 = \mathbf{k}_1 + \mathbf{k}_2$

Согласована на портале № 40892

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. Для среды с самофокусирующим типом нелинейности решение нелинейного уравнения Шредингера соответствует…	временному солитону
	темному солитону
	светлому солитону
	гауссову пучку

6. Какое уравнение определяет существование солитона и описывает его поведение?	уравнение Кортевего-Де-Вриза
	уравнение Максвелла
	уравнение Ньютона-Лейбница
	уравнение Фарадея

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

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

Согласована на портале № 40892

	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 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

Согласована на портале № 40892

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. В планарном волноводе показатель преломления волноводного слоя:	не должен превышать показатели преломления как для подложки, так и для покровной среды
	должен быть равным показателю преломления покровной среды и превышать показатель преломления подложки
	должен быть равным показателю преломления подложки и превышать показатель преломления покровной среды
	должен превышать показатели

Согласована на портале № 40892

	преломления подложки и покровной среды

17. Как соотносятся между собой частоты стоксовых и антистоксовых спектральных компонент?	частота стоксовой компоненты меньше, а антистоксовой — больше частоты исходного излучения
	частота антистоксовой компоненты меньше, а стоксовой — больше частоты исходного излучения
	частота стоксовой компоненты меньше антистоксовой, и обе — больше частоты исходного излучения
	частота стоксовой компоненты меньше антистоксовой, и обе — меньше частоты исходного излучения

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

19. Какой параметр кристалла модулируется в сегнетоэлектрических доменных структурах?	коэффициент преломления
	коэффициент поглощения
	поляризованность среды
	намагниченность среды

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. Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике
2. Преобразование частоты лазерного излучения при взаимодействии волн в однородных нелинейных средах.
3. Преобразование частоты при квазисинхронном взаимодействии
4. Распространение световых пучков в нелинейной среде. Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков. Пространственные оптические солитоны

14.1.3. Зачёт

1. Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике
2. Общий подход к описанию нелинейных эффектов второго порядка
3. Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго порядка

Согласована на портале № 40892

4. Генерация волны суммарной частоты при коллинеарном взаимодействии в ниобате лития
5. Генерация второй гармоники
6. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники
7. Генерация второй гармоники при наличии обратного воздействия
8. Параметрическое усиление
9. Параметрическая генерация
10. Квазисинхронное взаимодействие в периодических нелинейных структурах
11. Периодические доменные структуры в сегнетоэлектриках
12. Методы формирования индуцированных доменов и регулярных доменных структур
13. Вынужденное комбинационное рассеяние
14. Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна
15. Волноводная генерация второй гармоники
16. Генерация гармоник на периодических доменных структурах в оптических волноводах
17. Распространение световых пучков и световых импульсов в нелинейной среде
18. Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков
19. Фазовая самомодуляция и компрессия световых импульсов
20. Временные оптические солитоны
21. Пространственные оптические солитоны
22. Пространственные солитоны в фоторефрактивных кристаллах и их взаимодействие
23. Динамическая голография и обращение волнового фронта
24. Способы обращения волнового фронта и применения
25. Оптическая бистабильность
26. Нелинейный интерферометр Фабри-Перо

14.1.4. Темы лабораторных работ

1. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах. Часть 1. Исследование кривых углового синхронизма
2. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах. Часть 2. Исследование кривых температурного синхронизма
3. Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения

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 общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

Согласована на портале № 40892

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 № 40892