МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Нелинейная оптика

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2016 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	Из них в интерактивной форме	46	46	часов
6	Самостоятельная работа	58	58	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 15238

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 51 от « 1 » 7 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

ведущий электроник каф. ЭП _____ Бородин М. В.

Заведующий обеспечивающей каф. ЭП _____ Шандаров С. М.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФЭТ _____ Воронин А. И.

Заведующий выпускающей каф. ЭП _____ Шандаров С. М.

Эксперты:

профессор кафедра ЭП ТУСУР _____ Орликов Л. Н.

Согласована на портале № 15238

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.11.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: 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: .

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 студент 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

Согласована на портале № 15238

		8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	50	50
Лекции	20	20
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	12	12
Из них в интерактивной форме	46	46
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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	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 № 15238

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

Согласована на портале № 15238

	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
	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	+	+	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 15238

9 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+

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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ПК-1	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет
ПК-2	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
8 семестр				
Работа в команде	4	4		8
Решение ситуационных задач	6	6		12
Презентации с использованием мультимедиа с обсуждением			8	8
Мозговой штурм	4			4
Исследовательский метод	4		10	14
Итого за семестр:	18	10	18	46
Итого	18	10	18	46

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 15238

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
	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

Согласована на портале № 15238

	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
	Итого	2		
2 Общие вопросы нелинейной оптики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях
	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
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	20		
4 Преобразование частоты при квазисинхронном взаимодействии	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	6		
5 Вынужденное рассеяние света	Проработка лекционного материала	3	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях
	Итого	3		
6 Нелинейные явления в оптических волноводах	Проработка лекционного материала	3	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях
	Итого	3		
7 Самофокусировка и самодефокусировка	Подготовка к практическим занятиям,	4	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной

Согласована на портале № 15238

световых пучков	семинарам			работе
	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
	Итого	3		
Итого за семестр		58		
Итого		58		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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				
Опрос на занятиях	18	18	8	44
Отчет по лабораторной работе	28	28		56
Итого максимум за период	46	46	8	100
Нарастающим итогом	46	92	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.

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)

Согласована на портале № 15238

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: Учебное пособие / Шандаров С. М. - 2012. 41 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2059, дата обращения: 13.02.2017.
2. Основы физической и квантовой оптики: Учебное пособие / Шандаров В. М. - 2012. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/750, дата обращения: 13.02.2017.
3. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах : Учебное пособие / Шандаров В. М., Мандель А. Е., Шандаров С. М., Буримов Н. И. - 2012. 244 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1553, дата обращения: 13.02.2017.

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: 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. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4103, дата обращения: 13.02.2017.
2. Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах : Методические указания к лабораторной работе / Шандаров С. М., Бородин М. В. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1893, дата обращения: 13.02.2017.
3. Нелинейная оптика: Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе для студентов направления 200700 "Фотоника и оптоинформатика" / Шандаров С. М. - 2014. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4109, дата обращения: 13.02.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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;

Согласована на портале № 15238

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Образовательный портал ТУСУР - для проведения лабораторных, практических занятий и самостоятельной работы
2. Библиотека ТУСУР - для самостоятельной работы
3. Программное обеспечение: Microsoft PowerPoint или аналоги - для проведения лекций
4. Программное обеспечение: офисные пакеты, математические пакеты - для обработки данных и подготовки отчетов по лабораторным работам

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 40, оборудованная доской, стандартной учебной мебелью; оборудование для презентаций по лекционным разделам дисциплины: экран, проектор, ПК (ноутбук)

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 25, стандартная учебная мебель, доска.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательские лаборатории, расположенные по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 1 этаж, ауд. 110 и 111. Состав оборудования: Учебная мебель; экспериментально-измерительные установки

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

По желанию студентов для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 5 этаж, ауд.511. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Pentium 1.5ГГц. - 15 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

Согласована на портале № 15238

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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:

Согласована на портале № 15238

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 15238

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Нелинейная оптика

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Квантовая и оптическая электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов**
Курс: **4**
Семестр: **8**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

- ведущий электроник каф. ЭП Бородин М. В.

Зачет: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 15238

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования 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	Должен знать основные явления и законы нелинейной оптики; принципы функционирования измерительной аппаратуры; механизмы возникновения погрешностей при измерении и обработке результатов ; Должен 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; Должен 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;
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	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 15238

критерии			
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-1

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.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные явления и законы нелинейной оптики	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	терминологией, используемой в нелинейной оптике; методами анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; программными средствами компьютерного моделирования
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 15238

	• Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• студент анализирует связи между различными понятиями нелинейной оптики; • студент представляет способы и результаты использования различных физических моделей нелинейных процессов; • студент математически обосновывает выбор метода и план решения задачи;	• студент самостоятельно выбирает и использует оптимальный метод анализа нелинейного взаимодействия излучения с веществом применительно к задаче; • студент самостоятельно строит модели процессов, лежащих в основе приборов и устройств оптической электроники;	• терминологией, используемой в нелинейной оптике;; • самостоятельно выбирает и корректно применяет оптимальные методы анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; • самостоятельно выбирает и корректно использует необходимые программные средства компьютерного моделирования;
Хорошо (базовый уровень)	• студент понимает связи между различными понятиями нелинейной оптики; • студент имеет представление о физических моделях нелинейных процессов; • студент аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи; • студент графически иллюстрирует задачу;	• студент корректно применяет известные методы анализа нелинейного взаимодействия излучения с веществом; • студент корректно использует существующие модели оптических процессов для анализа функционирования устройств оптической электроники;	• владеет терминологией, используемой в нелинейной оптике;; • корректно применяет различные методы анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; • корректно использует необходимые программные средства компьютерного моделирования;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• студент дает определения основных понятий нелинейной оптики; • студент дает	• студент с незначительными ошибками применяет известные методы анализа нелинейного	• владеет терминологией, используемой в нелинейной оптике;; • с незначительными

Согласована на портале № 15238

	описание основных процессов, явлений нелинейной оптики; • студент знает основные методы решения типовых задач;	взаимодействия излучения с веществом, и умеет корректировать свою работу при обнаружении указанных ошибок; • студент с незначительными ошибками использует существующие модели оптических процессов для анализа функционирования устройств оптической электроники и способен исправлять ошибки при обнаружении;	ошибками применяет известные методы анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; • использует известные программные средства компьютерного моделирования для решения стандартных задач;

2.2 Компетенция ПК-2

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.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные явления и законы нелинейной оптики; принципы функционирования измерительной аппаратуры; механизмы возникновения погрешностей при измерении и обработке результатов	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	терминологией, используемой в нелинейной оптике; методиками проведения экспериментальных измерений; методами оценки и уменьшения погрешностей; способами представления физической информации в математической и графической форме;
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная

Согласована на портале № 15238

	занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• студент знает основные явления и законы нелинейной оптики, понимает связь между ними, самостоятельно анализирует процессы нелинейного взаимодействия излучения с веществом; • студент знает принципы функционирования измерительной аппаратуры, ее рабочий диапазон и ограничения; • студент знает механизмы возникновения погрешностей при измерении и обработке результатов; • студент знает методики уменьшения погрешностей как при измерении, так и при обработке результатов ;	• студент способен самостоятельно подбирать и использовать для эксперимента необходимое оборудование и материалы; • студент умеет выбирать и использовать оптимальные методики экспериментальных исследований; • студент умеет самостоятельно корректно рассчитывать погрешности, возникающие при измерении и обработке результатов, находить способы уменьшения погрешностей;	• студент владеет терминологией, используемой в нелинейной оптике; • студент владеет методами оценки и уменьшения погрешностей; • студент владеет способами представления физической информации в математической и графической форме; • студент владеет методиками проведения экспериментальных измерений, обработки и анализа результатов, а также способен самостоятельно разрабатывать методики исследования, обработки результатов;
Хорошо (базовый уровень)	• студент знает основные явления и законы нелинейной оптики, понимает связь между ними; • студент знает принципы функционирования измерительной	• студент способен самостоятельно подбирать и использовать для эксперимента необходимое оборудование и материалы; • студент умеет	• студент владеет терминологией, используемой в нелинейной оптике; • студент владеет методами оценки погрешностей; • студент владеет способами

Согласована на портале № 15238

	аппаратуры, ее рабочий диапазон и ограничения; • студент знает механизмы возникновения погрешностей при измерении и обработке результатов;	использовать известные методики экспериментальных исследований; • студент умеет самостоятельно корректно рассчитывать погрешности, возникающие при измерении и обработке результатов;	представления физической информации в математической и графической форме; • студент владеет методиками проведения экспериментальных измерений и обработки результатов;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• студент знает основные явления и законы нелинейной оптики; • студент знает принципы функционирования измерительной аппаратуры;	• студент способен подбирать и использовать для эксперимента необходимое оборудование и материалы; • студент умеет использовать известные методики экспериментальных исследований; • студент умеет пользоваться справочной литературой;	• студент владеет терминологией, используемой в нелинейной оптике; • студент владеет стандартными программными средствами для создания отчетов, презентаций; • студент владеет методиками проведения экспериментальных измерений и обработки результатов;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Зачёт

- Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике
- Общий подход к описанию нелинейных эффектов второго порядка
- Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго порядка
- 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
- Квазисинхронное взаимодействие в периодических нелинейных структурах
- Периодические доменные структуры в сегнетоэлектриках
- Методы формирования индуцированных доменов и регулярных доменных структур
- Вынужденное комбинационное рассеяние
- Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна
- Волноводная генерация второй гармоники
- Генерация гармоник на периодических доменных структурах в оптических волноводах
- Распространение световых пучков и световых импульсов в нелинейной среде
- Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков

Согласована на портале № 15238

– Фазовая самомодуляция и компрессия световых импульсов
– Временные оптические солитоны
– Пространственные оптические солитоны
– Пространственные солитоны в фоторефрактивных кристаллах и их взаимодействие
– Динамическая голография и обращение волнового фронта
– Способы обращения волнового фронта и применения
– Оптическая бистабильность
– Нелинейный интерферометр Фабри-Перо

3.2 Темы опросов на занятиях

– Нелинейная поляризация среды при мгновенном отклике
– Общий подход к описанию нелинейных эффектов второго порядка
– Электромагнитная теория нелинейных эффектов второго порядка
– 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
– Квазисинхронное взаимодействие в периодических нелинейных структурах
– Периодические доменные структуры в сегнетоэлектриках
– Методы формирования индуцированных доменов и регулярных доменных структур
– Вынужденное комбинационное рассеяние
– Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна
– Волноводная генерация второй гармоники
– Генерация гармоник на периодических доменных структурах в оптических волноводах
– Распространение световых пучков и световых импульсов в нелинейной среде
– Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков
– Фазовая самомодуляция и компрессия световых импульсов
– Временные оптические солитоны
– Пространственные оптические солитоны
– Пространственные солитоны в фоторефрактивных кристаллах и их взаимодействие
– Динамическая голография и обращение волнового фронта
– Способы обращения волнового фронта и применения
– Оптическая бистабильность
– Нелинейный интерферометр Фабри-Перо

3.3 Темы лабораторных работ

– Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах. Часть 1. Исследование кривых углового синхронизма

– Фазовый синхронизм при генерации второй гармоники лазерного излучения в одноосных кристаллах. Часть 2. Исследование кривых температурного синхронизма

– Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Введение в нелинейную оптику: Учебное пособие / Шандаров С. М. - 2012. 41 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2059, свободный.

Согласована на портале № 15238

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

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

4.2. 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.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения: 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. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4103, свободный.

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

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

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал ТУСУР - для проведения лабораторных, практических занятий и самостоятельной работы

2. Библиотека ТУСУР - для самостоятельной работы

3. Программное обеспечение: Microsoft PowerPoint или аналоги - для проведения лекций

4. Программное обеспечение: офисные пакеты, математические пакеты - для обработки данных и подготовки отчетов по лабораторным работам

Согласована на портале № 15238