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: **7**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные занятия	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	48	48	часов
5	Из них в интерактивной форме	30	30	часов
6	Самостоятельная работа	60	60	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 6340

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 № 6340

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: Интегральная оптика, Квантовая и оптическая электроника, Компьютерное моделирование и проектирования приборов оптической электроники, Математика, Материалы электронной техники, Физика, Физика конденсированного состояния.

Последующими дисциплинами являются: Взаимодействие оптического излучения с веществом, Распространение лазерных пучков.

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
		7 семестр

Согласована на портале № 6340

Аудиторные занятия (всего)	48	48
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	12	12
Из них в интерактивной форме	30	30
Самостоятельная работа (всего)	60	60
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	29	29
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	19	19
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость час	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	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
1	Введение	1	0	0	2	3	ПК-1, ПК-2
2	Общие вопросы нелинейной оптики	2	4	0	8	14	ПК-1, ПК-2
3	Преобразование частоты лазерного излучения при взаимодействии волн в однородных нелинейных средах	4	4	8	18	34	ПК-1, ПК-2
4	Преобразование частоты при квазисинхронном взаимодействии	2	3	0	8	13	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	4	7	ПК-1, ПК-2
7	Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков	2	7	4	15	28	ПК-1, ПК-2
8	Обращение волнового фронта и другие нелинейные явления	2	0	0	2	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	18	18	12	60	108	

Согласована на портале № 6340

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
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.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
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 № 6340

	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	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
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		18	

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 представ-лены 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	Интегральная оптика						+	+	
2	Квантовая и оптическая электроника	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Компьютерное моделирование и проектирования приборов оптической электроники			+	+		+	+	+
4	Математика		+	+	+	+	+	+	+
5	Материалы электронной техники		+	+	+	+	+	+	+
6	Физика	+	+	+	+	+	+	+	+
7	Физика конденсированного состояния	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины									
1	Взаимодействие оптического излучения с веществом	+	+	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 6340

2	Распространение лазерных пучков		+	+	+	+	+	+	+

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 занятия	Самостоятельная работа	
ПК-1	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях
ПК-2	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях

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
7 семестр				
Работа в команде	4	4		8
Решение ситуационных задач	4	6		10
Презентации с использованием мультимедиа с обсуждением			4	4
Мозговой штурм	2			2
Исследовательский метод			6	6
Итого за семестр:	10	10	10	30
Итого	10	10	10	30

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 6340

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 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

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 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.	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
4 Преобразование частоты при квазисинхронном взаимодействии	Преобразование частоты при квазисинхронном взаимодействии	3	ПК-1, ПК-2
	Итого	3	
7 Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков	Распространение световых пучков в нелинейной среде. Самофокусировка и самодефокусировка световых пучков. Пространственные оптические солитоны	7	ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 6340

	Итого	7	
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
7 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	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	18		
4 Преобразование частоты при квазисинхронном взаимодействии	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
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	4	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях
	Итого	4		
7 Самофокусировка и самодефокусировка	Подготовка к практическим занятиям,	7	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной

Согласована на портале № 6340

световых пучков	семинарам			работе
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	15		
8 Обращение волнового фронта и другие нелинейные явления	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПК-2	Опрос на занятиях
	Итого	2		
Итого за семестр		60		
Итого		60		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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				
Опрос на занятиях	15	15	19	49
Отчет по лабораторной работе	16	16	19	51
Итого максимум за период	31	31	38	100
Нарастающим итогом	31	62	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 № 6340

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, свободный.
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.

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-методическое пособие и программное обеспечение

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 210100 "Электроника и наноэлектроника" / Шандаров С. М. - 2014. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4110, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал ТУСУР
2. Библиотека ТУСУР

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Экспериментально-измерительные установки для проведения лабораторных работ по дисциплине

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 6340

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: **7**

Учебный план набора 2014 года

Разработчики:

- ведущий электроник каф. ЭП Бородин М. В.

Зачет: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 6340

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 № 6340

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 занятия; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 6340

	• Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные занятия; • 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;	• Студент владеет терминологией, используемой в нелинейной оптике;; • Студент самостоятельно выбирает и корректно применяет оптимальные методы анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; • Студент 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;	• Студент владеет терминологией, используемой в нелинейной оптике;; • Студент корректно применяет различные методы анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; • Студент корректно использует необходимые программные средства компьютерного моделирования;

Согласована на портале № 6340

Удовлетворительно (пороговый уровень)	• студент дает определения основных понятий нелинейной оптики; • студент дает описание основных процессов, явлений нелинейной оптики; • студент знает основные методы решения типовых задач;	• студент с незначительными ошибками применяет известные методы анализа нелинейного 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;	• Студент владеет терминологией, используемой в нелинейной оптике;; • Студент с незначительными ошибками применяет известные методы анализа оптических и оптико-физических схем приборов и наблюдаемых явлений; • Студент 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 практические занятия;	• Интерактивные практические занятия;

Согласована на портале № 6340

	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • 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 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 измерения и находить способы уменьшения погрешностей; • студент умеет корректно оценивать вычислительные погрешности при обработке результатов и находить способы уменьшения погрешностей ;	• студент владеет терминологией, используемой в нелинейной оптике; • студент владеет методиками проведения экспериментальных измерений, обработки и анализа результатов; • студент владеет методами оценки и уменьшения погрешностей; • студент владеет способами представления физической информации в математической и графической форме;
Хорошо (базовый уровень)	• студент знает основные явления и законы нелинейной	• студент способен самостоятельно подбирать и	• студент владеет терминологией, используемой в

Согласована на портале № 6340

	оптики, понимает связь между ними; • студент знает принципы функционирования измерительной аппаратуры, ее рабочий диапазон и ограничения; • студент знает механизмы возникновения погрешностей при измерении и обработке результатов;	использовать для эксперимента необходимое оборудование и материалы; • студент умеет использовать известные методики экспериментальных исследований; • студент умеет самостоятельно корректно рассчитывать погрешности измерения; • студент умеет корректно оценивать вычислительные погрешности при обработке результатов;	нелинейной оптике; • студент владеет методиками проведения экспериментальных измерений и обработки результатов; • студент владеет методами оценки погрешностей; • студент владеет способами представления физической информации в математической и графической форме;
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 методиками проведения экспериментальных измерений и обработки результатов; • студент владеет стандартными программными средствами для создания отчетов, презентаций;

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 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

Согласована на портале № 6340

– 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

3.2 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

3.3 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
– 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

Согласована на портале № 6340

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.
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. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

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 210100 "Электроника и наноэлектроника" / Шандаров С. М. - 2014. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4110, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал ТУСУР
2. Библиотека ТУСУР

Согласована на портале № 6340