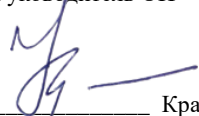




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП


_____ Крайнова Г.С.

« 19 » _____ сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой
физики низкоразмерных структур


_____ Саранин А.А.

« 19 » _____ сентября 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Нелинейная оптика

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Профиль Электроника и нанoeлектроника

Форма подготовки очная

курс 4 семестр 7
лекции 30 час.
практические занятия 44 час.
лабораторные работы 0 час.
в том числе с использованием МАО лек. 0 /пр. 18 /лаб. 0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 74 час.
в том числе с использованием МАО 18 час.
в том числе контролируемая самостоятельная работа 0 час.
в том числе в электронной форме 0 час.
самостоятельная работа 70 час.
в том числе на подготовку к экзамену 0 час.
контрольные работы 7 семестр
курсовая работа / курсовой проект _____ нет _____ семестр
зачет 7 семестр
экзамен нет семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования ДВФУ № ОС-11.03.04-16/1-2016.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики низкоразмерных структур, протокол № 1 от « 19 » _____ сентября 2018 г.

Заведующий кафедрой Саранин А.А.
Составитель: к.ф.-м.н., доцент Бурундуков А.С.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

ABSTRACT

Bachelor's degree in 11.03.04 Electronics and Nanoelectronics

Course title: Nonlinear Optics

Variable part of Block, 4 credits

Instructor: A.S. Burundukov, Cand. of Phys. and math., associate Professor of the General and experimental physics department, School of Natural Sciences of Far Eastern Federal University.

Learning outcomes:

GPC-2 the ability to identify the natural science essence of the problems arising in the course of professional activity, to involve the appropriate physical and mathematical apparatus for their solution;

- SPC-2 readiness to analyze and systematize research results, to present materials in the form of scientific reports, publications, presentations.

Course description: study of optical effects arising from the passage of strong optical radiation in the medium.

Main course literature:

1. Akcipetrov O.A. et al. Nonlinear optics of silicon and silicon nanostructures. – M. : Fizmatlit, 2012. – 541 p.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5255.

2. . Malomed B.A. Control of solitons in periodic media. – M. : Fizmatlit, 2009. – 190 p.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2258.

3. . Landsberg G.S. Optics : study guide for the physical specialties / Москва : Физматлит , 2010. – 848 p.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:670162&theme=FEFU>

4. Dmitriev V.G. Nonlinear optics and wavefront reversal. – M. : Fizmatlit, 2001. – 256 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2138.

Form of final knowledge control: pass.

Аннотация дисциплины

«Нелинейная оптика»

Рабочая программа учебной дисциплины «Нелинейная оптика» разработана для студентов 4 курса по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ.

Дисциплина «Нелинейная оптика» входит в дисциплины по выбору вариативной части образовательной программы.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (30 часов), практические занятия (44 часа), самостоятельная работа студента (70 часов). Дисциплина реализуется на 4 курсе в 7 семестре.

Логически и содержательно дисциплина связана с дисциплинами предшествующих курсов, такими как «Оптика твердого тела», «Квантовая и оптическая электроника».

Цель: изучение оптических эффектов, возникающих при прохождении сильного оптического излучения в среде.

Задачи:

- формирование у студентов знаний об основных физических процессах, явлениях и закономерностях, связанных с распространением сильного оптического излучения в среде;
- формирование у студентов знаний об основных областях применения нелинейных оптических эффектов, тенденциях и направлениях развития нелинейной оптики;
- формирование у студентов навыков классификации нелинейных оптических эффектов;
- формирование у студентов навыков расчета параметров устройств нелинейной оптики;

– формирование у студентов навыков выявления современных тенденций применения нелинейных оптических эффектов в электронике, измерительной и вычислительной технике;

– формирование у студентов навыков применения нелинейных оптических эффектов в электронике, измерительной и вычислительной технике.

Для успешного изучения дисциплины «Нелинейная оптика» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

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

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2, способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Знает	основные физические процессы, явления и закономерности, связанные с распространением сильного оптического излучения в среде
	Умеет	осуществлять классификацию нелинейных оптических эффектов
	Владеет	навыками расчета параметров устройств нелинейной оптики

ПК-2, способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	Знает	основные методики экспериментального исследования параметров и характеристик устройств нелинейной оптики
	Умеет	аргументированно выбирать и реализовывать на практике основные методики экспериментального исследования параметров и характеристик устройств нелинейной оптики
	Владеет	навыками экспериментального исследования параметров и характеристик устройств нелинейной оптики

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Нелинейная оптика» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: мозговой штурм, дискуссия.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекции (30 часа)

Раздел I. Линейные и нелинейные явления в оптике. (2 час.)

Тема 1. Линейные и нелинейные явления в оптике. (2 час.)

Уравнения Максвелла и нелинейная поляризация вещества. Классификация нелинейных явлений, характерные интенсивности света. Уравнение связанных волн.

Раздел II. Генерация второй гармоники и другие эффекты второго порядка. (4 час.)

Тема 2. Генерация второй гармоники (2 час.).

Генерация второй гармоники. Условия фазового синхронизма: угловой и частотный синхронизм. Перекачка энергии в гармонику и обратно.

Тема 3. Другие нелинейные эффекты второго порядка (2 час.).

Генерация суммарных и разностных частот. Оптическое выпрямление.

Раздел III. Параметрическая генерация и усиление света. (4 час.)

Тема 4. Параметрическая генерация света (2 час.).

Параметрическая генерация света. Вырожденный и невырожденный режимы.

Тема 5. Корреляция параметрических волн (2 час.).

Условия корреляции параметрических волн. Наблюдение корреляции параметрических волн.

Раздел IV. Самофокусировка - нелинейный эффект третьего порядка. (3 час.).

Тема 6. Самофокусировка (2 час.).

Механизмы самофокусировки. Волноводный и многофокусный режимы самофокусировки.

Тема 7. Самомодуляция световых импульсов (1 час.).

Условия самомодуляции световых импульсов. Наблюдение самомодуляции световых импульсов.

Раздел V. Спонтанное и вынужденное рассеяние света (3 час.).

Тема 8. Спонтанное рассеяние света (2 час.).

Комбинационное, релеевское, рассеяние Мандельштама-Бриллюена

Тема 9. Вынужденное рассеяние (1 час.).

Вынужденное рассеяние; связь стоксовой и антистоксовой волн. Обращение волнового фронта при рассеянии.

Раздел VI. Четырехволновое смешение (3 час.).

Тема 10. Четырехволновое смешение (2 час.).

Физический механизм четырехволнового смешения. Условия четырехволнового смешения. Опыты по наблюдению четырехволнового

смешения. Связь четырехволнового смешения с известными механизмами нелинейности

Тема 11. Обращение волнового фронта (1 час.).

Понятие об эффекте обращения волнового фронта. Применение обращения волнового фронта.

Раздел VII. Нелинейные явления высших порядков. (3 час.)

Тема 12. Генерация высших гармоник. (2 час.)

Понятие высших гармоник. Физический механизм генерации высших гармоник.

Тема 13. Многофотонное поглощение и ионизация (1 час.).

Ионизация. Физический механизм многофотонного поглощения.

Раздел VIII. Двухуровневый атом в сильном поле (2 час.)

Тема 14. Двухуровневый атом в сильном поле. (2 час.)

Осцилляции Раби. Самоиндуцированная прозрачность. Генерация эхо.

Раздел IX. Нелинейные эффекты в волоконных световодах (2 час.).

Тема 15. Нелинейные эффекты в волоконных световодах (2 час.).

Условия возникновения нелинейных эффектов в волоконных световодах. Методы борьбы с нелинейными эффектами в волоконных световодах.

Раздел X. Другие нелинейно-оптические явления (2 час.).

Тема 16. Другие нелинейно-оптические явления (2 час.).

Физический механизм нелинейных явлений на поверхности сред. Опыты по наблюдению нелинейных явлений на поверхности сред. Плазма. Физический механизм возникновения нелинейных эффектов в плазме. Вакуум. Понятие нелинейности вакуума. Условия наблюдения нелинейности вакуума.

**Раздел XI. Нелинейные эффекты в фоторефрактивных кристаллах
(2 час.)**

Тема 19. Фоторефрактивный эффект (1 час.).

Диффузионный механизм формирования поля пространственного заряда. Фоторефрактивные материалы. Дрейфовый механизм формирования поля пространственного заряда.

Тема 20. Нелинейное взаимодействие волн в фоторефрактивных кристаллах (1 час.).

Двухволновое смешение в фоторефрактивном кристалле. Уравнение связанных волн. Обращение волнового фронта на основе динамической голограммы, формируемой в фоторефрактивном кристалле. Пропускающая, отражательная и ортогональная геометрии взаимодействия волн в фоторефрактивном кристалле. Адаптивный интерферометр на основе динамической голограммы, формируемой в фоторефрактивном кристалле.

**II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ
КУРСА**

Практические занятия (44 час.).

Занятие 1. Линейные и нелинейные явления в оптике (4 час.).

1. Уравнения Максвелла и нелинейная поляризация вещества.
2. Классификация нелинейных явлений, характерные интенсивности света.
3. Уравнение связанных волн.

Занятие 2. Генерация второй гармоники (2 час.).

1. Генерация второй гармоники.
2. Условия фазового синхронизма: угловой и частотный синхронизм.
3. Перекачка энергии в гармонику и обратно.

Занятие 3. Другие нелинейные эффекты второго порядка (2 час.).

1. Генерация суммарных и разностных частот.

2. Оптическое выпрямление.

Занятие 4. Параметрическая генерация света (4 час.).

1. Параметрическая генерация света.
2. Вырожденный и невырожденный режимы.

Занятие 5. Корреляция параметрических волн (2 час.).

1. Условия корреляции параметрических волн.
2. Наблюдение корреляции параметрических волн.

Занятие 6. Самофокусировка (2 час.).

1. Механизмы самофокусировки.
2. Волноводный и многофокусный режимы самофокусировки.

Занятие 7. Самомодуляция световых импульсов (4 час.).

1. Условия самомодуляции световых импульсов.
2. Наблюдение самомодуляции световых импульсов.

Занятие 8. Спонтанное рассеяние света (2 час.).

1. Комбинационное рассеяние.
2. Релеевское рассеяние.
3. Рассеяние Мандельштама-Бриллюена.

Занятие 9. Вынужденное рассеяние (2 час.).

1. Вынужденное рассеяние.
2. Связь стоксовой и антистоксовой волн.
3. Обращение волнового фронта при рассеянии.

Занятие 10. Четырехволновое смешение (4 час.).

1. Физический механизм четырехволнового смешения.
2. Условия четырехволнового смешения.
3. Опыты по наблюдению четырехволнового смешения.
4. Связь четырехволнового смешения с известными механизмами нелинейности

Занятие 11. Обращение волнового фронта (2 час.).

1. Понятие об эффекте обращения волнового фронта.
2. Применение обращения волнового фронта.

Занятие 12. Генерация высших гармоник (2 час.).

1. Понятие высших гармоник.
2. Физический механизм генерации высших гармоник.

Занятие 13. Многофотонное поглощение и ионизация (2 час.).

1. Ионизация.
2. Физический механизм многофотонного поглощения.

Занятие 14. Двухуровневый атом в сильном поле (2час.).

1. Осцилляции Раби.
2. Самоиндуцированная прозрачность.
3. Генерация эхо.

Занятие 15. Нелинейные эффекты в волоконных световодах (2 час.).

1. Условия возникновения нелинейных эффектов в волоконных световодах.
2. Методы борьбы с нелинейными эффектами в волоконных световодах.

Занятие 16. Нелинейные явления на поверхности сред (2час.).

1. Физический механизм нелинейных явлений на поверхности сред.
2. Опыты по наблюдению нелинейных явлений на поверхности сред.

Занятие 17 Нелинейные эффекты в фоторефрактивных кристаллах (4 час.)

1. Диффузионный механизм формирования поля пространственного заряда.
2. Фоторефрактивные материалы.
3. Дрейфовый механизм формирования поля пространственного заряда.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Нелинейная оптика» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Линейные и нелинейные явления в оптике	ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 1 – 3
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
2	Генерация второй гармоники и другие эффекты второго порядка	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 4 – 5
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
3	Параметрическая генерация и усиление света	ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 6 – 7
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
4	Самофокусировка – нелинейный эффект третьего порядка	ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 8 – 9
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
5	Спонтанное и вынужденное рассеяние света	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 10 – 12
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
6	Четырехволновое смешение	ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 13 – 15
			умеет,	Тест (ПР-1)	

			владеет		
7	Нелинейные явления высших порядков	ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 16 – 17
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
8	Двухуровневый атом в сильном поле	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 18 – 19
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
9	Нелинейные эффекты в волоконных световодах	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопрос 20
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
10	Другие нелинейно-оптические явления	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 21 – 23
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
11	Нелинейные эффекты в фоторефрактивных кристаллах	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 24 – 28
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

5. Акципетров, О.А. Нелинейная оптика кремния и кремниевых наноструктур [Электронный ресурс] : монография / О.А. Акципетров, И.М. Баранова, К.Н. Евтюхов. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2012. – 541 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5255.

6. . Маломед, Б.А. Контроль солитонов в периодических средах. [Электронный ресурс] : . – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2009. – 190 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2258.

7. . Ландсберг, Г. С. Оптика : учебное пособие для физических специальностей вузов / Москва : Физматлит , 2010. 848 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:670162&theme=FEFU>

8. Дмитриев, В.Г. Нелинейная оптика и обращение волнового фронта [Электронный ресурс] : монография. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2001. – 256 с. – Режим доступа:
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2138.

Дополнительная литература

1. Делоне, Н.Б. Нелинейная оптика [Электронный ресурс] : . – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2003. – 64 с. – Режим доступа:
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2134.

2. Дмитриев, В.Г. Прикладная нелинейная оптика. [Электронный ресурс] : / В.Г. Дмитриев, Л.В. Тарасов. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2004. – 518 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2728.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Мартынова Г.П. Оптика: Конспект лекций. – Самара: Изд-во "Самарский университет", 2005. – 155 с.
<http://window.edu.ru/resource/933/74933>

2. Кузнецов С.И. Колебания и волны. Геометрическая и волновая оптика: учебное пособие. 2-е изд., перераб., дополн. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 170 с.
<http://window.edu.ru/resource/208/75208>

3. Молотков Н.Я., Ломакина О.В., Егоров А.А. Оптика и квазиоптика СВЧ: Учебное пособие. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2009. – 380с.
<http://window.edu.ru/resource/345/68345>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступить к освоению дисциплины следует в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы учебной дисциплины (РПУД). Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, практические занятия) планируется самостоятельная работа, результаты которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все аудиторные и самостоятельные задания необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с планом-графиком.

Использование материалов учебно-методического комплекса

Для успешного освоения дисциплины следует использовать содержание разделов учебно-методического комплекса дисциплины (УМКД): рабочей программы, лекционного курса, материалов практических занятий, методических рекомендаций по организации самостоятельной работы студентов, глоссария, перечня учебной литературы и других источников информации, контрольно-измерительных материалов (тесты, опросы, вопросы зачета), а также дополнительных материалов.

Рекомендации по подготовке к лекционным и практическим занятиям

Успешное освоение дисциплины предполагает активное участие студентов на всех этапах ее освоения. Изучение дисциплины следует начинать с проработки содержания рабочей программы и методических указаний.

При изучении и проработке теоретического материала студентам необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- перед очередной лекцией просмотреть конспект предыдущего занятия;
- при самостоятельном изучении темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПУД литературные источники. В случае, если возникли затруднения, обратиться к преподавателю в часы консультаций или на практическом занятии.

Основной целью проведения практических занятий является систематизация и закрепление знаний по изучаемой теме, формирование умений самостоятельно работать с дополнительными источниками информации, аргументировано высказывать и отстаивать свою точку зрения.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо:

- повторить теоретический материал по заданной теме;
- продумать формулировки вопросов, выносимых на обсуждение;
- использовать не только конспект лекций, но и дополнительные источники литературы, рекомендованные преподавателем.

При подготовке к текущему контролю использовать материалы РПУД (Приложение 2. Фонд оценочных средств).

При подготовке к промежуточной аттестации, использовать материалы РПУД (Приложение 2. Фонд оценочных средств).

На самостоятельную работу выносятся подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям необходимо ознакомиться с материалами из основной и дополнительной литературы, выучить основной теоретический материал по теме, при необходимости, воспользоваться литературой на русском языке и/или источниками в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет".

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная лаборатория, гониометр Г5, оптическая рефлекторная система, система оптического мультиплексирования.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ
по дисциплине «Нелинейная оптика»
Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Профиль Электроника и наноэлектроника**

Форма подготовки очная

**Владивосток
2018**

1. План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	В течение семестра	Изучение разделов теоретической части курса	25 час.	Собеседование (УО-1)
2.	В течение семестра	Подготовка к практическим занятиям	25 час.	Тест (ПР-1) Контрольная работа (ПР-2)
3.	В течение семестра	Подготовка к зачету	20 час.	Зачет

2. Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Самостоятельная работа студентов включает в себя: изучение разделов теоретической части курса, подготовка к практическим занятиям.

Изучение разделов теоретической части курса и подготовка к практическим занятиям осуществляется студентом в период между посвященной данной теме лекцией и соответствующим практическим занятием. Задание и литературу для изучения разделов теоретической части курса преподаватель сообщает в конце лекции. Подготовка к практическим занятиям осуществляется студентом по лекциям и литературе, использовавшейся при изучении разделов теоретической части курса.

Самоконтроль и определение степени готовности к промежуточному контролю осуществляется студентом по контрольным вопросам, представленным в приложении 2.

3. Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Контроль выполнения работы по изучению разделов теоретической части курса осуществляется на практических занятиях выборочно в форме собеседования. Оформление ответов на вопросы не требуется.

Контроль выполнения работы по подготовке к практическим занятиям осуществляется на практических занятиях в форме теста или контрольной работы. На тестировании ответы оформляются на листе бумаги с указанием ФИО и номера группы студента. Студент проставляет номер вопроса и букву, соответствующую выбранному варианту ответа.

Контрольные работы завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Количество работ – 4. Вопросы контрольных работ представлены в приложении 2.

4. Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Критерии оценивания теста:

90-100 % тестовых вопросов верны – «отлично»;

60-80 % – «хорошо»;

40-50% – «удовлетворительно»;

0-30 % – «неудовлетворительно».

Критерии оценивания контрольной работы:

ответ на два вопроса без ошибок – «отлично»;

ответ на два вопроса с одной ошибкой – «хорошо»;

ответ на два вопроса с двумя ошибками – «удовлетворительно»;

ответ только на один вопрос или на два вопроса с более чем двумя ошибками – «неудовлетворительно».

При получении оценки «неудовлетворительно» считается, что студент не прошел текущий контроль. В этом случае проводится повторный контроль на консультации.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Нелинейная оптика»
Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Профиль Электроника и наноэлектроника

Форма подготовки очная

Владивосток
2018

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Знает	основные физические процессы, явления и закономерности, связанные с распространением сильного оптического излучения в среде
	Умеет	осуществлять классификацию нелинейных оптических эффектов
	Владеет	навыками расчета параметров устройств нелинейной оптики
ПК-2 способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Знает	основные методики экспериментального исследования параметров и характеристик устройств нелинейной оптики
	Умеет	аргументированно выбирать и реализовывать на практике основные методики экспериментального исследования параметров и характеристик устройств нелинейной оптики
	Владеет	навыками экспериментального исследования параметров и характеристик устройств нелинейной оптики

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Линейные и нелинейные явления в оптике	ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 1 – 3
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
2	Генерация второй гармоники и другие эффекты второго порядка	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 4 – 5
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	

3	Параметрическая генерация и усиление света	ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 6 – 7
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
4	Самофокусировка – нелинейный эффект третьего порядка	ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 8 – 9
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
5	Спонтанное и вынужденное рассеяние света	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 10 – 12
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
6	Четырехволновое смешение	ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 13 – 15
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
7	Нелинейные явления высших порядков	ОПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 16 – 17
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
8	Двухуровневый атом в сильном поле	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 18 – 19
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
9	Нелинейные эффекты в волоконных световодах	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопрос 20
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
10	Другие нелинейно-оптические явления	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 21 – 23
			умеет, владеет	Тест (ПР-1)	
11	Нелинейные эффекты в фоторефрактивных кристаллах	ПК-2	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 24 – 28
			умеет, владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

Код и формулировка	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели
--------------------	--------------------------------	----------	------------

компетенции				
ОПК-2 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	знает (пороговый уровень)	основные физические процессы, явления и закономерности, связанные с распространением сильного оптического излучения в среде	воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты	способность показать базовые знания основных физических процессов, явлений и закономерностей, связанных с распространением сильного оптического излучения в среде
	умеет (продвинутый)	осуществлять классификацию нелинейных оптических эффектов	выполнять задания по классификации нелинейных оптических эффектов	способность применить знания и практические умения в задачах, связанных с классификацией нелинейных оптических эффектов
	владеет (высокий)	навыками расчета параметров устройств нелинейной оптики	решать сложные задачи в нетипичных ситуациях на основе приобретенных знаний, умений и навыков	способность применить фактическое и теоретическое знание, практические умения по расчету параметров устройств нелинейной оптики
ПК-2 способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике	знает (пороговый уровень)	основные методики экспериментального исследования параметров и характеристик устройств нелинейной оптики	воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты	способность показать базовые знания основных методик экспериментального исследования параметров и характеристик устройств нелинейной оптики

эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	умеет (продвинутый)	аргументированно выбирать и реализовывать на практике основные методики экспериментального исследования параметров и характеристик устройств нелинейной оптики	выполнять типичные задачи на основе основных методик экспериментального исследования параметров и характеристик устройств нелинейной оптики	способность применить знания и практические умения в задачах, связанных с основными методиками экспериментального исследования параметров и характеристик устройств нелинейной оптики
	владеет (высокий)	навыками экспериментального исследования параметров и характеристик устройств нелинейной оптики	решать усложненные задачи в нетипичных ситуациях на основе приобретенных знаний, умений и навыков	способность применить фактическое и теоретическое знание, практические умения по экспериментальному исследованию параметров и характеристик устройств нелинейной оптики

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине

"Нелинейная оптика "

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86 -100	«отлично»/ «зачтено»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76 - 85	«хорошо»/ «зачтено»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61 -75	«удовлетворительно»/ «зачтено»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
0 -60	«неудовлетворительно»/ «не зачтено»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного «не материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы к зачету

1. Уравнения Максвелла и нелинейная поляризация вещества.

2. Классификация нелинейных явлений, характерные интенсивности света.
3. Уравнение связанных волн.
4. Генерация второй гармоники. Условия фазового синхронизма: угловой и частотный синхронизм. Перекачка энергии в гармонику и обратно.
5. Генерация суммарных и разностных частот. Оптическое выпрямление.
6. Параметрическая генерация света. Вырожденный и невырожденный режимы.
7. Корреляция параметрических волн.
8. Механизмы самофокусировки. Волноводный и многофокусный режимы самофокусировки.
9. Самомодуляция световых импульсов.
10. Комбинационное, релеевское, рассеяние Мандельштама-Бриллюена.
11. Вынужденное рассеяние; связь стоксовой и антистоксовой волн.
12. Обращение волнового фронта при рассеянии.
13. Четырехволновое смешение.
14. Связь четырехволнового смешения с известными механизмами нелинейности.
15. Понятие об эффекте обращения волнового фронта. Применение обращения волнового фронта.
16. Генерация высших гармоник.
17. Многофотонное поглощение и ионизация.
18. Осцилляции Раби.
19. Самоиндуцированная прозрачность. Генерация эхо.
20. Нелинейные эффекты в волоконных световодах.
21. Нелинейные явления на поверхности сред.
22. Нелинейные эффекты в плазме.
23. Нелинейность вакуума.
24. Фоторефрактивный эффект.

25. Двухволновое смещение в фоторефрактивном кристалле. Уравнение связанных волн.

26. Обращение волнового фронта на основе динамической голограммы, формируемой в фоторефрактивном кристалле.

27. Пропускающая, отражательная и ортогональная геометрии взаимодействия волн в фоторефрактивном кристалле.

28. Адаптивный интерферометр на основе динамической голограммы, формируемой в фоторефрактивном кристалле.

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется преподавателем.

Вопросы для контрольных работ

Контрольная работа №1

Вариант 1

1. Нелинейное просветление среды. Вывести зависимость коэффициента поглощения от интенсивности.
2. Самофокусировка света в нелинейной оптической среде.

Вариант 2

1. Многофотонное поглощение. Оптический пробой.
2. Самодефокусировка и самоканализация света в нелинейной оптической среде.

Вариант 3

1. Объясните возникновение эффекта насыщения, используя простейшую модель поглощающей среды.
2. Самомодуляция света в нелинейной оптической среде. Механизм формирования оптических солитонов.

Контрольная работа №2

Вариант 1.

1. Какими причинами может быть объяснена зависимость показателя преломления от интенсивности света?
2. Генерация высших оптических гармоник. Генерация второй гармоники. Оптическое детектирование.

Вариант 2.

1. Нелинейная поляризация среды. Нелинейные восприимчивости.
2. Фазовый синхронизм (ФС). Когерентная длина. Способы достижения ФС.

Вариант 3.

1. Параметрическое преобразование частоты света.
2. Параметрическая генерация света произвольной частоты. Генерация субгармоник.

Вариант 4.

1. Объясните с помощью модели ангармонического осциллятора возникновение вторичных волн с кратными частотами.
2. Квазиволновой синхронизм.

Контрольная работа №3

Вариант 1.

1. Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна.
2. Спектры вынужденного комбинационного рассеяния света.

Вариант 2.

1. Обращение волнового фронта (ОВФ) на основе вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна. Условия возникновения ОВФ.
2. Зависимость интенсивности вынужденного комбинационного рассеяния света от направления.

Вариант 3.

1. Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР) света в нелинейно-оптической среде. Отличия ВКР от спонтанного рассеяния.
2. Фотонное эхо.

Контрольная работа №4

Вариант 1.

1. Фоторефрактивный эффект.
2. Диффузионный механизм формирования поля пространственного заряда.

Вариант 2.

1. Фоторефрактивные материалы.
2. Дрейфовый механизм формирования поля пространственного заряда.

Вариант 3.

1. Двух-волновое смешение в фоторефрактивном кристалле. Уравнение связанных волн.
2. Обращение волнового фронта на основе динамической голограммы, формируемой в фоторефрактивном кристалле.

Вариант 4.

1. Пропускающая, отражательная и ортогональная геометрии взаимодействия волн в фоторефрактивном кристалле.
2. Адаптивный интерферометр на основе динамической голограммы, формируемой в фоторефрактивном кристалле.

4. Вопросы для самоконтроля

Раздел I. Линейные и нелинейные явления в оптике.

1. Укажите связь уравнений Максвелла и нелинейной поляризации вещества.
2. Какие бывают нелинейные явления?
3. Запишите уравнение связанных волн.

Раздел II. Генерация второй гармоники и другие эффекты второго порядка.

1. Как осуществляется генерация второй гармоники?
2. Каковы условия фазового синхронизма?
3. Как осуществляется перекачка энергии в гармонику и обратно?
4. Как осуществляется генерация суммарных и разностных частот?
5. Что такое оптическое выпрямление?

Раздел III. Параметрическая генерация и усиление света.

1. Что такое параметрическая генерация света?
2. Объясните вырожденный и невырожденный режимы генерации.
3. Что такое корреляция параметрических волн?

Раздел IV. Самофокусировка - нелинейный эффект третьего порядка.

1. Объясните механизмы самофокусировки.
2. В чем состоят волноводный и многофокусный режимы самофокусировки?

3. Как осуществляется самомодуляция световых импульсов?

Раздел V. Спонтанное и вынужденное рассеяние света.

1. Что такое комбинационное рассеяние?
2. Что такое Рэлеевское рассеяние?
3. Что такое рассеяние Мандельштама-Бриллюена?
4. Что такое вынужденное рассеяние?
5. Какова связь стоксовой и антистоксовой волн?
6. Как осуществляется обращение волнового фронта при рассеянии?

Раздел VI. Четырехволновое смешение.

1. Что такое четырехволновое смешение?
2. Объясните связь четырехволнового смешения с известными механизмами нелинейности?
3. Объясните эффект обращения волнового фронта.
4. Как применяется обращение волнового фронта.

Раздел VII. Нелинейные явления высших порядков.

1. Как осуществляется генерация высших гармоник?
2. Как осуществляются многофотонное поглощение и ионизация?

Раздел VIII. Двухуровневый атом в сильном поле.

1. Что такое осцилляции Раби?
2. Объясните явление самоиндуцированной прозрачности?
3. Как осуществляется генерация эхо?

Раздел IX. Нелинейные эффекты в волоконных световодах.

1. Какие нелинейные эффекты наблюдаются в волоконных световодах?

Раздел X. Другие нелинейно-оптические явления.

1. Какие бывают нелинейные явления на поверхности сред?
2. Перечислите нелинейные эффекты в плазме?
3. Что такое нелинейность вакуума?

Раздел XI. Нелинейные эффекты в фоторефрактивных кристаллах

1. В чем состоит фоторефрактивный эффект?
2. Как осуществляется диффузионный механизм формирования поля пространственного заряда?
3. Какие бывают фоторефрактивные материалы?
4. Объясните дрейфовый механизм формирования поля пространственного заряда.
5. Объясните двухволновое смешение в фоторефрактивном кристалле.
6. Объясните, как происходит обращение волнового фронта на основе динамической голограммы, формируемой в фоторефрактивном кристалле.
7. Начертите схемы пропускающей, отражательной и ортогональной геометрии взаимодействия волн в фоторефрактивном кристалле.
8. Как построить адаптивный интерферометр на основе динамической голограммы, формируемой в фоторефрактивном кристалле?