



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

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

(подпись)

Саранин А.А.
(Ф.И.О. рук. ОП)

« 19 » сентября 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой
Физики низкоразмерных структур
(название кафедры)

(подпись)

Саранин А.А.
(Ф.И.О. зав.каф.)

« 19 » сентября 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Нелинейно-оптические системы хранения информации
Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
магистерская программа "Нанотехнологии в электронике"

Форма подготовки очная

курс 1 семестр 2

лекции ____ час.

практические занятия 9 час.

лабораторные работы 36 час.

в том числе с использованием МАО лек. ____ /пр. ____ /лаб. ____ час.

в том числе в электронной форме лек. ____ /пр. ____ /лаб. ____ час.

всего часов аудиторной нагрузки 45 час.

в том числе с использованием МАО ____ час.

в том числе контролируемая самостоятельная работа 36 час.

в том числе в электронной форме ____ час.

самостоятельная работа 99 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

курсовая работа / курсовой проект 36 семестр

зачет

экзамен 2 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 13.06.2017 № 12-13-1206.

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

Заведующий (ая) кафедрой Саранин А.А.
Составитель (ли): д.ф.-м.н. Ромашко Р.В., д.ф.-м.н. Каменев О.Т.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 201 г. № _____

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

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 201 г. № _____

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

ABSTRACT

Study program in 11.04.04 Electronics and nanoelectronics

Course title: Nonlinear optical information storage systems

Basic part of Block, 5 credits

Instructor: R.V. Romashko, doctor of physical and mathematical sciences, Professor of the General and experimental physics department, School of Natural Sciences of Far Eastern Federal University.

At the beginning of the course a student should be able to:

GPC-1, the ability to understand general problems in the subject of investigation and choose methods and facilities of solving the problems.

Learning outcomes:

SPC-16, Ability to develop architectures and technologies for the production of functional electronics materials with topological dimensions of elements not

SPC-22. Ability to conduct laboratory and practical classes with students, lead the course design and implementation of final qualifying works of bachelors.

Course description:

This course considers the fundamental physical processes of nonlinear optical information storage systems. Course begins from short introduction to nonlinear optics. Then the principles of optical information storage systems are discussed in detail. After lesson student obtain home task to investigate topic at home. Hence, to be prepared for the practical lessons students have to study subject of the previous lesson in depth by themselves.

Main course literature:

1. Aktsipetrov, O.A. Nonlinear optics of silicon and silicon nanostructures [Electronic resource]: monograph / O.A. Aktsipetrov, I.M. Baranova, K.N. Evtyuhov. - Electron. Dan. - M.: Fizmatlit, 2012. - 541 p. - Access mode: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=5255.
- 2.. Malomed, B.A. Control of solitons in periodic media. [Electronic resource] : . - Electron. Dan. - M.: Fizmatlit, 2009. - 190 p. - Access mode: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=2258.
- 3.. Landsberg, G.S. Optics: a manual for physical specialties of universities / Moscow: Fizmatlit, 2010. 848 p.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:670162&theme=FEFU>

4. Dubnishchev, Yu.N. Oscillations and waves [Electronic resource]: a tutorial. - Electron. Dan. - SPb. : Lan, 2011. - 384 p. - Access Mode: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=683
5. Ishchenko, E.F. Polarization optics [Electronic resource]: a tutorial / EF. Ishchenko, A.L. Sokolov. - Electron. Dan. - M.: Fizmatlit, 2012. - 452 p. - Access mode: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5270

Form of final knowledge control: exam.

АННОТАЦИЯ

Рабочая программа «Нелинейно-оптические системы хранения информации» разработана для студентов 1 курса магистратуры направления подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по данной специальности.

Дисциплина «Нелинейно-оптические системы хранения информации» входит в дисциплины по выбору вариативной части модуля Б1 с кодом Б1.В.ДВ04.02.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 час. Учебным планом предусмотрены лабораторные работы (36 час), самостоятельная работа студента (72 час.), в том числе на подготовку к экзамену (36 час.). Дисциплина реализуется на 1 курсе, во 2 семестре.

Цель: формирование у студентов ясных представлений об основных понятиях и законах нелинейной оптики, а также о принципах функционирования нелинейно-оптических систем хранения информации.

Задачи:

1. Формирование у студентов знаний об основных областях применения нелинейных оптических эффектов, тенденциях и направлениях развития нелинейной оптики;

2. Формирование у студентов навыков классификации нелинейных оптических эффектов;

3. Формирование у студентов навыков расчета параметров устройств нелинейной оптики;

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

ОПК-1. Способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения

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

ПК-16 Способность разрабатывать архитектуры и технологии производства функциональных материалов электроники с топологическими размерами элементов, не превышающими 100 нм;

ПК-22 Способность проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-16 Способность разрабатывать архитектуры и технологии производства функциональных материалов электроники с топологическими размерами элементов, не превышающими 100 нм.	Знает (базовый уровень)	Методики разработки архитектуры и технологии производства функциональных материалов нелинейно-оптических устройств
	Умеет (продвинутый уровень)	осуществлять разработку архитектуры и технологии производства функциональных материалов типовых нелинейно-оптических устройств
	Владеет (высокий уровень)	навыками разработки архитектуры и технологии производства функциональных материалов уникальных нелинейно-оптических устройств
ПК-22 Способность проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров.	Знает (базовый уровень)	Методики проведения лабораторных и практических занятий со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров по тематике нелинейно-оптических систем хранения информации.
	Умеет (продвинутый уровень)	Умеет проводить лабораторные и практические занятия со студентами по тематике нелинейно-оптических систем хранения информации.
	Владеет (высокий уровень)	Навыками проведения лабораторных и практических занятий со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров по тематике нелинейно-оптических систем хранения информации.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия не предусмотрены

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (9 час.).

Занятие 1. Линейные и нелинейные явления в оптике. (3 час.)

Уравнения Максвелла и нелинейная поляризация вещества. Классификация нелинейных явлений, характерные интенсивности света. Уравнение связанных волн. Генерация второй гармоники. Условия фазового синхронизма: угловой и частотный синхронизм. Перекачка энергии в гармонику и обратно. Генерация суммарных и разностных частот. Оптическое выпрямление. Параметрическая генерация света. Вырожденный и невырожденный режимы. Корреляция параметрических волн. Механизмы самофокусировки. Волноводный и многофокусный режимы самофокусировки. Самомодуляция световых импульсов.

Занятие 2. Спонтанное и вынужденное рассеяние света (1 час.).

Комбинационное, релеевское, рассеяние Мандельштама-Бриллюена. Вынужденное рассеяние; связь стоксовой и антистоксовой волн. Обращение волнового фронта при рассеянии.

Занятие 3. Четырехволновое смешение (1 час.).

Четырехволновое смешение. Связь четырехволнового смешения с известными механизмами нелинейности. Понятие об эффекте обращения волнового фронта. Применение обращения волнового фронта.

Занятие 4. Нелинейные явления высших порядков. (1 час.)

Генерация высших гармоник. Многофотонное поглощение и ионизация

Занятие 5. Нелинейные эффекты в волоконных световодах (1 час.).

Классификация нелинейных эффектов в волоконных световодах. Влияние нелинейных эффектов на распространение оптического излучения в волоконных световодах.

Занятие 6. Нелинейные эффекты в фоторефрактивных кристаллах (2 час.)

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

Лабораторная работа № 12 Нелинейное взаимодействие волн в фоторефрактивных кристаллах (4 час.).

Двухволновое смещение 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.

Лабораторные работы (36 час.)

Раздел 1. Линейные и нелинейные явления в оптике. (8 час.)

Лабораторная работа № 1. Линейные и нелинейные явления в оптике. (2 час.)

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

Лабораторная работа № 2. Генерация второй гармоники и другие нелинейные эффекты второго порядка (2 час.).

Генерация второй гармоники. Условия фазового синхронизма: угловой и частотный синхронизм. Перекачка энергии в гармонику и обратно. Генерация суммарных и разностных частот. Оптическое выпрямление.

Лабораторная работа № 3. Параметрическая генерация света (2 час.).

Параметрическая генерация света. Вырожденный и невырожденный режимы. Корреляция параметрических волн

Лабораторная работа № 4. Самофокусировка и самомодуляция световых импульсов(2 час.).

Механизмы самофокусировки. Волноводный и многофокусный режимы самофокусировки. Самомодуляция световых импульсов (4 час.).

Раздел 2. Спонтанное и вынужденное рассеяние света (8 час.).

Лабораторная работа № 5. Спонтанное рассеяние света (4 час.).

Комбинационное, релеевское, рассеяние Манделъштама-Бриллюена

Лабораторная работа № 6. Вынужденное рассеяние (4 час.).

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

Раздел 3. Четырехволновое смешение (4 час.).

Лабораторная работа № 7. Четырехволновое смешение (2 час.).

Четырехволновое смешение. Связь четырехволнового смешения с известными механизмами нелинейности

Лабораторная работа № 8. Обращение волнового фронта (2 час.).

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

Раздел 4. Нелинейные явления высших порядков. (4 час.)

Лабораторная работа № 9. Нелинейные явления высших порядков. (4 час.)

Генерация высших гармоник. Многофотонное поглощение и ионизация

Раздел 5. Нелинейные эффекты в волоконных световодах (4 час.).

Лабораторная работа № 10. Нелинейные эффекты в волоконных световодах (4 час.).

Классификация нелинейных эффектов в волоконных световодах. Влияние нелинейных эффектов на распространение оптического излучения в волоконных световодах.

Раздел 6. Нелинейные эффекты в фоторефрактивных кристаллах (8 час.)

Лабораторная работа № 11. Фоторефрактивный эффект (4 час.).

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

Лабораторная работа № 12. Нелинейное взаимодействие волн в фоторефрактивных кристаллах (4 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.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Нелинейно-оптические системы хранения информации» 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.

На самостоятельную работу студентов по курсу «Нелинейно-оптические системы хранения информации» отводится 99 часа Из них 36 час. отводится на подготовку к экзамену.

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	ПК-16, ПК-22	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 1 – 9 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
2	Спонтанное и вынужденное рассеяние света	ПК-16, ПК-22	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 10 – 12 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
3	Четырехволновое	ПК-16,	знает	Собеседование	Вопросы

	смещение	ПК-22		(УО-1)	13 – 15
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	Собеседование (УО-1)
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
4	Нелинейные явления высших порядков	ПК-16, ПК-22	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 16 – 17
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	Собеседование (УО-1)
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
5	Нелинейные эффекты в волоконных световодах	ПК-16, ПК-22	знает	Собеседование (УО-1)	Вопрос 18 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
6	Нелинейные эффекты в фоторефрактивных кристаллах	ПК-16, ПК-22	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 19 – 23 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

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 (электронные и печатные издания)

1. 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.

2. . 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.

3. . 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>

4. Дубнищев, Ю.Н. Колебания и волны [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2011. – 384 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=683

5. Ищенко, Е.Ф. Поляризационная оптика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Ф. Ищенко, А.Л. Соколов. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2012. – 452 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5270

Дополнительная литература (электронные и печатные издания)

1. Ландсберг, Г.С. Оптика [Электронный ресурс] : учебное пособие. – Электрон. дан. – М. : Физматлит, 2010. – 849 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2238

2. Можаров, Г.А. Теория аберраций оптических систем [Электронный ресурс]: . – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2013. – 285 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=12936

3. Цуканов, В.Н. Волоконно-оптическая техника [Электронный ресурс] / В.Н. Цуканов, М.Я. Яковлев. - М.: Инфра-Инженерия. - 2011. - 640 с.
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=Znanium:Znanium-519912&theme=FEFU>

4. Физические основы волоконной оптики: Учебное пособие / А.В. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 106 с.
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=Znanium:Znanium-309267&theme=FEFU>

5. Шандаров, С. М., Башкирова А. И. Введение в квантовую и оптическую электронику [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. М. Шандаров, А. И. Башкирова. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 98 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13922>.

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

Основными видами аудиторной работы студентов по дисциплине «Нелинейно-оптические системы хранения информации» являются лабораторные работы (36 час.) и практические занятия (9 час.).

Тематика практических занятий направлена на закрепление и углубление практических навыков.

Весь курс разбит на 6 разделов. По каждому разделу проводится практическое занятие, на котором вырабатываются навыки, необходимые для выполнения лабораторных работ. Формами текущего контроля являются собеседование и контрольная работа. Формой промежуточного контроля является экзамен.

Самостоятельная работа предполагает подготовку к практическим занятиям и подготовку к экзамену с использованием учебной и научной литературы. Самостоятельная работа формируют способность анализировать рассмотренные на лекции проблемы, умение использовать естественнонаучные сведения на практике в различных видах профессиональной деятельности. Учебная деятельность студентов, включая самостоятельную работу с литературой, способствует овладению научным мышлением, способностью в письменной и устной речи логически правильно оформить результаты исследований; готовностью к формированию системного подхода к анализу научной информации, восприятию инноваций; формируют способность и готовность к самосовершенствованию, самореализации, личностной и предметной рефлексии.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступно лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Специализированная учебно-научная лаборатория кафедры общей и экспериментальной физики/ г. Владивосток, ул. Радио 5, ИАПУ ДВО РАН, ауд.225	Оптические столы с системой виброзащиты – 2 шт. Четырехканальный цифровой осциллограф с частотой дискретизации 20 ГГц и памятью 1Г точек на канал. Анализатор спектров с диапазоном частот от 3 Гц до 13,6 ГГц, Анализатор спектров с диапазоном частот от 9 кГц до 3 ГГц
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigE, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками



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 «Нелинейно-оптические системы хранения информации»
Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Форма подготовки очная

**Владивосток
2017**

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	Подготовка к практическим занятиям	24 час.	Собеседование (УО-1) Контрольная работа (ПР-2)
2	Вторая половина семестра	Выполнение курсовой работы	12 час.	Собеседование (УО-1)
3.	В течение семестра	Подготовка к экзамену	36 час.	Экзамен

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

Самостоятельная работа студентов включает в себя: подготовка к практическим занятиям, выполнение курсовой работы, подготовка к экзамену.

Задание и литературу для подготовки к практическим занятиям преподаватель сообщает в конце предыдущего практического занятия. Подготовка к практическим занятиям осуществляется студентом по литературе, указанной выше.

Предусмотрено выполнение курсовой работы: «Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса». Курсовая работа выполняется по темам, представленным в приложении 2.

Подготовку к экзамену рекомендуется осуществлять в течение семестра непосредственно после окончания изучения очередной темы по вопросам, представленным в приложении 2.

3. Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Контроль выполнения работы по подготовке к практическим занятиям

осуществляется на практических занятиях в форме контрольной работы. Количество работ – 4. Типовые вопросы контрольных работ представлены в приложении 2.

4. Вопросы для самоконтроля

Раздел 1. 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.
4. Как осуществляется генерация второй гармоники?
5. Каковы условия фазового синхронизма?
6. Как осуществляется перекачка энергии в гармонику и обратно?
7. Как осуществляется генерация суммарных и разностных частот?
8. Что такое оптическое выпрямление?
9. Что такое параметрическая генерация света?
10. Объясните вырожденный и невырожденный режимы генерации.
11. Что такое корреляция параметрических волн?
12. Объясните механизмы самофокусировки.
13. В чем состоят волноводный и многофокусный режимы самофокусировки?
14. Как осуществляется самомодуляция световых импульсов?

Раздел 2. 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 3. 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 4. Нелинейные явления высших порядков.

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

Раздел 5. Нелинейные эффекты в волоконных световодах.

1. Какие нелинейные эффекты наблюдаются в волоконных световодах?

Раздел 6. 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?



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

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Нелинейно-оптические системы хранения информации»
Направление подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Форма подготовки очная

Владивосток
2017

Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-16 Способность разрабатывать архитектуры и технологии производства функциональных материалов электроники с топологическими размерами элементов, не превышающими 100 нм.	Знает (базовый уровень)	Методики разработки архитектуры и технологии производства функциональных материалов нелинейно-оптических устройств
	Умеет (продвинутый уровень)	осуществлять разработку архитектуры и технологии производства функциональных материалов типовых нелинейно-оптических устройств
	Владеет (высокий уровень)	навыками разработки архитектуры и технологии производства функциональных материалов уникальных нелинейно-оптических устройств
ПК-22 Способность проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров.	Знает (базовый уровень)	Методики проведения лабораторных и практических занятий со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров по тематике нелинейно-оптических систем хранения информации.
	Умеет (продвинутый уровень)	Умеет проводить лабораторные и практические занятия со студентами по тематике нелинейно-оптических систем хранения информации.
	Владеет (высокий уровень)	Навыками проведения лабораторных и практических занятий со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров по тематике нелинейно-оптических систем хранения информации.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Линейные и нелинейные явления в оптике	ПК-16, ПК-22	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 1 – 9 Собеседование (УО-1)
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
2	Спонтанное и вынужденное рассеяние света	ПК-16, ПК-22	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 10 – 12 Собеседование
			умеет	Контрольная	

				работа (ПР-2)	(УО-1)
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
3	Четырехволновое смешение	ПК-16, ПК-22	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 13 – 15
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	Собеседование (УО-1)
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
4	Нелинейные явления высших порядков	ПК-16, ПК-22	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 16 – 17
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	Собеседование (УО-1)
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
5	Нелинейные эффекты в волоконных световодах	ПК-16, ПК-22	знает	Собеседование (УО-1)	Вопрос 18
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	Собеседование (УО-1)
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	
6	Нелинейные эффекты в фоторефрактивных кристаллах	ПК-16, ПК-22	знает	Собеседование (УО-1)	Вопросы 19 – 23
			умеет	Контрольная работа (ПР-2)	Собеседование (УО-1)
			владеет	Контрольная работа (ПР-2)	

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-16 Способность разрабатывать архитектуры и технологии производства функциональных материалов электроники с топологически	Знает (базовый уровень)	Методики разработки архитектуры и технологии производства функциональных материалов нелинейно-оптических устройств	Знание методик разработки архитектуры и технологии производства функциональных материалов нелинейно-оптических устройств	Может описать методики разработки архитектуры и технологии производства функциональных материалов нелинейно-оптических устройств
	Умеет (продвин)	осуществлять	Умение осуществлять	Может осуществлять разработку

ми размерами элементов, не превышающим и 100 нм.	утый уровень)	разработку архитектуры и технологии производства функциональных материалов типовых нелинейно-оптических устройств	разработку архитектуры и технологии производства функциональных материалов типовых нелинейно-оптических устройств	архитектуры и технологии производства функциональных материалов типовых нелинейно-оптических устройств
	Владеет (высокий уровень)	навыками разработки архитектуры и технологии производства функциональных материалов уникальных нелинейно-оптических устройств	Умение разработки архитектуры и технологии производства функциональных материалов уникальных нелинейно-оптических устройств	Может разрабатывать архитектуры и технологии производства функциональных материалов уникальных нелинейно-оптических устройств
ПК-22 Способность проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров.	Знает (базовый уровень)	Методики проведения лабораторных и практических занятий со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров по тематике нелинейно-оптических систем хранения информации.	Знание методик проведения лабораторных и практических занятий со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров по тематике нелинейно-оптических систем хранения информации	Может описать методики проведения лабораторных и практических занятий со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров по тематике нелинейно-оптических систем хранения информации
	Умеет (продвинутый уровень)	Умеет проводить лабораторные и практические занятия со студентами по тематике нелинейно-оптических систем хранения информации.	Умение проводить лабораторные и практические занятия со студентами по тематике нелинейно-оптических систем хранения информации.	Может проводить лабораторные и практические занятия со студентами по тематике нелинейно-оптических систем хранения информации.
	Владеет (высокий уровень)	Навыками проведения лабораторных и практических занятий со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров по тематике нелинейно-оптических систем	Умение проведения лабораторных и практических занятий со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров по тематике нелинейно-оптических систем	Может проводить лабораторные и практические занятия со студентами, руководить курсовым проектированием и выполнением выпускных квалификационных работ бакалавров по тематике нелинейно-оптических систем хранения информации.

		хранения информации.	хранения информации.	
--	--	----------------------	----------------------	--

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания
результатов освоения дисциплины
Текущая аттестация студентов.**

Контроль текущей успеваемости студентов реализуется в формах собеседований, и контрольных работ, анализа добросовестности и самостоятельности студента при подготовке реферата, посещаемости занятий.

Оценка ответа на собеседовании осуществляется по следующим критериям:

Отлично - самостоятельность ответов, свободное владение материалом, полные и аргументированные ответы на вопросы, твёрдое знание лекционного материала, обязательной и рекомендованной дополнительной литературы.

Хорошо - недостаточно полное раскрытие некоторых вопросов темы, незначительные ошибки в формулировке категорий и понятий, неполное знание дополнительной литературы.

Удовлетворительно - ответы отражают в целом понимание темы, знание содержания основных категорий и понятий, знакомство с лекционным материалом и рекомендованной основной литературой.

Неудовлетворительно – недостаточное понимание или непонимание темы, незнание содержания основных категорий и понятий, незнание лекционного материала и рекомендованной основной литературы.

Оценка контрольных работ осуществляется по следующим критериям:

Отлично - полные и правильные ответы на все поставленные теоретические вопросы, успешное решение задач с необходимыми пояснениями, корректная формулировка понятий и категорий.

Хорошо - недостаточно полные и правильные ответы на 1-2 вопроса несущественные ошибки в формулировке категорий и понятий, небольшие шероховатости в аргументации.

Удовлетворительно - ответы включают материалы, в целом правильно отражающие понимание студентом выносимых на контрольную работу тем курса. Допускаются неточности в раскрытии части категорий, несущественные ошибки математического плана при решении задач, неправильные ответы на 1-2 вопроса.

Неудовлетворительно - неправильные ответы на 3 и более вопросов, большое количество существенных ошибок.

Промежуточная аттестация студентов

Промежуточная аттестация производится в форме экзамена.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену Собеседование (УО-1)

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. Нелинейные эффекты в волоконных световодах.
19. Фоторефрактивный эффект.
20. Двухволновое смешение в фоторефрактивном кристалле. Уравнение связанных волн.
21. Обращение волнового фронта на основе динамической голограммы, формируемой в фоторефрактивном кристалле.
22. Пропускающая, отражательная и ортогональная геометрии взаимодействия волн в фоторефрактивном кристалле.

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

Оценочные средства для текущей аттестации

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.

Перечень тем курсовых работ

1. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле CdTe
2. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле GaAs
3. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле GaP
4. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле β -ZnS
5. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле ZnSe
6. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле ZnTe
7. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$
8. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$
9. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$
10. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле CdS
11. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле CdSe
12. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле ZnO

13. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле β -ZnS
14. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле LiIO_3
15. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле LiNbO_3
16. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле LiTaO_3
17. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле AgGaS_2
18. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле CsH_2AsO_4 (CDA)
19. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле KH_2PO_4 (KDP)
20. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле KD_2PO_4 (KD·P)
21. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле $(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$ (ADP)
22. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле $(\text{NH}_4)\text{D}_2\text{PO}_4$ (AD·P)
23. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле BaTiO_3
24. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле $\text{KTa}_{0,35}\text{Nb}_{0,65}\text{O}_3$ (KTN)
25. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле $\text{Ba}_{0,25}\text{Sr}_{0,75}\text{Nb}_2\text{O}_6$
26. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле β - HfO_3
27. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле KNbO_3

28. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле KIO_3
29. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле Ag_3AsS_3
30. Расчет электрооптического модулятора на основе эффекта Поккельса в кристалле $\text{Cs}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$