

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор -
проректор по образовательной
деятельности

Бородавкин В.А.

« 21 » 08 2021

М.П.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА**Направление/специальность
подготовки12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
12.03.03 Фотоника и оптоинформатика
12.03.02 ОптотехникаСпециализация/профиль/
программа подготовкиЛазерная техника и лазерные технологии
Оптогеоинформатика
Приборы и системы лучевой энергетики

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Форма обучения

Очная

Факультет

И Информационных и управляющих систем

Выпускающая кафедра

И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

Кафедра-разработчик рабочей
программы

И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	3	108	39	26	0	13	69	0	0	69	ЭКЗ.

Начальник отдела основных
образовательных программ
Русина А.А./

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

12.03.02 Оптотехника

Программу составил:

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА
Погода Анастасия Павловна, к.ф.-м.н.




Эксперт:

ведущий инженер-оптик, АО "Лазерные системы"
Хомский Максим Юрьевич



Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры рабочей программы

И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Борейшо А.С., д.т.н., проф.



ФАКУЛЬТЕТ "И" ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Декан Страхов С.Ю., д.т.н., проф.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Оценочные средства и методики их применения
- Приложение 4. Лист изменений, вносимых в рабочую программу

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

12.03.05 (И1)	ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники
12.03.03 (И1)	ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиям производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики
12.03.02 (И1)	ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1 (12.03.05, И1)

знания:

- на уровне представлений:

- 1) о системном подходе к принципам формирования информации в современных технологиях;
- 2) об основных законах когерентной нелинейной оптики и квантовой физики, лежащих в основе современных информационных технологий;
- 3) о свойствах и особенностях использования классических и лазерных источников излучения в методологии создания информации;

4) о типовых и компьютерных принципах создания и обработки информации;

5) о новых идеях в будущих информационных технологиях;

- на уровне воспроизведения:

1) методы расчета основных линейных и нелинейных характеристик и параметров квантовых систем (на примерах атомов и молекул);

2) методы управления параметрами квантовых систем с помощью внешнего полевого воздействия;

- на уровне понимания:

1) объекта (вещество как нелинейная квантовая структура) и предмета курса (физические явления, лежащие в основе записи, хранения и передачи информации), задач курса (проектирование процедур управления физическими явлениями, являющимися основой информационных технологий);

2) понятие о непрерывных и дискретных величинах, характеризующих параметры структурных частиц, определяющих строение вещества;

3) основные законы когерентной и нелинейной оптики и квантовой физики, используемые в создании систем информации и технологий;;

умения:

- теоретические:

1) использовать основы системного подхода, основы квантовой физики и теории резонансного взаимодействия лазерного излучения с веществом для постановки и решения задач управления качеством информационных технологий;

2) применять законы и методы классической и когерентной и нелинейной оптики для анализа и интерпретации данных;

3) использовать классические и лазерные источники излучения как в отдельности, так и в комплексе для осуществления процесса записи, хранения и считывания информации с объекта и достижения максимального эффекта;

4) проектировать и осуществлять постановку и реализацию световых эффектов с использованием оптических линейных и нелинейных свойств газообразных, жидких и твердых сред;

- практические:

1) анализировать и оценивать спектральные, временные и энергетические характеристики как источников света, так и приёмников излучения в процессе формирования информации;

2) осуществлять постановку как статических, так и динамических световых воздействий на вещество с применением стандартных и специальных аппаратных методов транспортировки излучения и формирования изображения;;

навыки:

1) проектировать оптимальную структуру контроля в лазерных устройствах для информационных задач;

2) применять компьютерные методы и программное обеспечение формирования информации и технологических процессов..

ОПК-1 (12.03.03, И1)

знания:

- на уровне представлений:

1) о системном подходе к принципам формирования информации в современных технологиях;
2) об основных законах когерентной нелинейной оптики и квантовой физики, лежащих в основе современных информационных технологий;

3) о свойствах и особенностях использования классических и лазерных источников излучения в методологии создания информации;

4) о типовых и компьютерных принципах создания и обработки информации;

5) о новых идеях в будущих информационных технологиях;

- на уровне воспроизведения:

1) методы расчета основных линейных и нелинейных характеристик и параметров квантовых систем (на примерах атомов и молекул);

2) методы управления параметрами квантовых систем с помощью внешнего полевого воздействия;

- на уровне понимания:

1) объекта (вещество как нелинейная квантовая структура) и предмета курса (физические явления, лежащие в основе записи, хранения и передачи информации), задач курса (проектирование процедур управления физическими явлениями, являющимися основой информационных технологий);

2) понятие о непрерывных и дискретных величинах, характеризующих параметры структурных частиц, определяющих строение вещества;

3) основные законы когерентной и нелинейной оптики и квантовой физики, используемые в создании систем информации и технологий;;

умения:

- теоретические:

1) использовать основы системного подхода, основы квантовой физики и теории резонансного взаимодействия лазерного излучения с веществом для постановки и решения задач управления качеством информационных технологий;

2) применять законы и методы классической и когерентной и нелинейной оптики для анализа и интерпретации данных;

3) использовать классические и лазерные источники излучения как в отдельности, так и в комплексе для осуществления процесса записи, хранения и считывания информации с объекта и достижения максимального эффекта;

4) проектировать и осуществлять постановку и реализацию световых эффектов с использованием оптических линейных и нелинейных свойств газообразных, жидких и твердых сред;

- практические:

1) анализировать и оценивать спектральные, временные и энергетические характеристики как источников света, так и приёмников излучения в процессе формирования информации;

2) осуществлять постановку как статических, так и динамических световых воздействий на вещество с применением стандартных и специальных аппаратных методов транспортировки излучения и формирования изображения;;

навыки:

1) проектировать оптимальную структуру контроля в лазерных устройствах для информационных задач;

2) применять компьютерные методы и программное обеспечение формировании информации и технологических процессов..

ОПК-1 (12.03.02, И1)

знания:

- на уровне представлений:

1) о системном подходе к принципам формирования информации в современных технологиях;

2) об основных законах когерентной нелинейной оптики и квантовой физики, лежащих в основе современных информационных технологий;

3) о свойствах и особенностях использования классических и лазерных источников излучения в методологии создания информации;

4) о типовых и компьютерных принципах создания и обработки информации;

5) о новых идеях в будущих информационных технологиях;

- на уровне воспроизведения:

1) методы расчета основных линейных и нелинейных характеристик и параметров квантовых систем (на примерах атомов и молекул);

2) методы управления параметрами квантовых систем с помощью внешнего полевого воздействия;

- на уровне понимания:

1) объекта (вещество как нелинейная квантовая структура) и предмета курса (физические явления, лежащие в основе записи, хранения и передачи информации), задач курса (проектирование процедур управления физическими явлениями, являющимися основой информационных технологий);

2) понятие о непрерывных и дискретных величинах, характеризующих параметры структурных частиц, определяющих строение вещества;

3) основные законы когерентной и нелинейной оптики и квантовой физики, используемые в создании систем информации и технологий;;

умения:

- теоретические:

1) использовать основы системного подхода, основы квантовой физики и теории резонансного взаимодействия лазерного излучения с веществом для постановки и решения задач управления качеством информационных технологий;

2) применять законы и методы классической и когерентной и нелинейной оптики для анализа и интерпретации данных;

3) использовать классические и лазерные источники излучения как в отдельности, так и в комплексе для осуществления процесса записи, хранения и считывания информации с объекта и достижения максимального эффекта;

4) проектировать и осуществлять постановку и реализацию световых эффектов с использованием оптических линейных и нелинейных свойств газообразных, жидких и твёрдых сред;

- практические:

1) анализировать и оценивать спектральные, временные и энергетические характеристики как источников света, так и приёмников излучения в процессе формирования информации;

2) осуществлять постановку как статических, так и динамических световых воздействий на вещество с применением стандартных и специальных аппаратурных методов транспортировки излучения и формирования изображения;;

навыки:

1) проектировать оптимальную структуру контроля в лазерных устройствах для информационных задач;

2) применять компьютерные методы и программное обеспечение формировании информации и технологических процессов..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА** является дисциплиной обязательной части блока 1 программы подготовки по направлениям: 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии, 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, 12.03.02 Оптотехника.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемые компетции, %		
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1 (12.03.05)	ОПК-1 (12.03.03)	ОПК-1 (12.03.02)
4	8	Раздел 1. Предмет нелинейной оптики. 1. Предмет нелинейной оптики. История ее развития. Требования к плотности мощности излучения. 2. Когерентные нелинейно-оптические эффекты. Обзор нелинейных эффектов, их принципов и приложений. Когерентность. Длина и время когерентности. 3. Нелинейный отклик среды. Базовое материальное уравнение нелинейной оптики. 4. Феноменологическое описание восприимчивостей. Связь строения вещества со степенью нелинейности среды и совокупностью наблюдающихся там эффектов. 5. Метод медленно меняющихся амплитуд. Подход раздельного рассмотрения взаимодействующих волн.	20	12	10	2	8	20	20	20
4	8	Раздел 2. Нелинейные явления второго порядка. 1. Генерация второй гармоники. Принципы и математическое описание. Эффективность преобразования во вторую гармонику. Интегральный подход к описанию явления генерации второй гармоники. 2. Точное решение для генерации второй гармоники. Параметрическое усиление. 3. Нестационарная генерация второй гармоники. 4. Самофокусировка и самодефокусировка излучения. Генерация ультракоротких импульсов. Филаментация.	37	14	8	6	23	40	40	40
4	8	Раздел 3. Нелинейные явления третьего порядка. 1. Особенности газовых нелинейно-оптических сред. Связь изотропности газовых сред с нелинейными эффектами. 2. Ограничивающие процессы. 3. Вынужденное комбинационное рассеяние. Антискросовые компоненты вынужденного комбинационного рассеяния. 4. Обращение волнового фронта.	51	13	8	5	38	40	40	40
Всего за 8 семестр			108	39	26	13	69	100	100	100
Всего по дисциплине			108	39	26	13	69	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Предмет нелинейной оптики.	Явления нелинейной оптики (формирование проблемно-ориентированного подхода к материалу дисциплины)	2
2	Раздел 2. Нелинейные явления второго порядка.	Генерация второй гармоники	1
3		Параметрическое усиление	1
4		Вынужденное комбинационное рассеяние	1
5		Генерация фемтосекундных импульсов	1
6		Коллоквиум	2
7	Раздел 3. Нелинейные явления третьего порядка.	Обращение волнового фронта методом вынужденного комбинационного рассеяния	1
8		Обращение волнового фронта методом четырехволнового смещения	1
9		Самофокусировка, самодефокусировка	1
10		Коллоквиум	2
Всего за 8 семестр			13

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Предмет	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по	5

	нелинейной оптики.	конспектам лекций и рекомендуемой литературе	
2		Подготовка к презентации по теме «Явления нелинейной оптики»	3
3	Раздел 2. Нелинейные явления второго порядка.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	5
4		Подготовка к презентации по теме «Генерация второй гармоники»	3
5		Подготовка к презентации по теме «Параметрическое усиление»	3
6		Подготовка к презентации по теме «Вынужденное комбинационное рассеяние»	3
7		Подготовка к презентации по теме «Генерация фемтосекундных импульсов»	3
8		Подготовка к коллоквиуму №1	6
9	Раздел 3. Нелинейные явления третьего порядка.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	8
10		Подготовка к презентации по теме «Обращение волнового фронта»	4
11		Подготовка к презентации по теме «Вынужденное комбинационное рассеяние»	4
12		Подготовка к презентации по теме «Генерация второй гармоники. Кристалл КТР»	4
13		Подготовка к коллоквиуму №2	8
14		Подготовка к экзамену. Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам всех лекций и практических занятий, а также по рекомендуемой литературе	10
Всего за 8 семестр			69

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8	Реф	Реф	Тест	Реф	Тест	Реф	Реф	Колл	Реф	Тест	Реф	Реф	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- Реф – реферат;
- Тест – тест;
- Колл – коллоквиум;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

Текущая аттестация студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- реферат;
- тест;
- коллоквиум;
- вопросы к экзамену.

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- реферат;
- тест;
- коллоквиум.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. С. Борейшо. Лазеры: устройство и действие. СПб.: Лань, 2017, эл. рес.
2. А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. Лазеры: устройство и действие. СПб.: Лань, 2016, 50 экз.
3. Г. Л. Киселёв. Квантовая и оптическая электроника. Санкт-Петербург: Лань, 2020, эл. рес.
4. О. Звелто. Принципы лазеров. СПб.: Лань, 2008, 29 экз.
5. С. К. Стафеев, К. К. Боярский, Г. Л. Башнина. Основы оптики. СПб.: Лань, 2013, 19 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://www.uraik.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

5.5. Программное обеспечение:

1. Microsoft Office.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Компьютерный комплект;
3. Microsoft Office.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлениям: 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии, 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, 12.03.02 Оптотехника. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование компетенций:

ОПК-1 (12.03.05) способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники;

ОПК-1 (12.03.03) способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиям производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики;

ОПК-1 (12.03.02) способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с предметной областью нелинейной оптики, явлениями, наблюдаемыми в средах с различными порядками нелинейности, такими как генерация гармоник, самофокусировка и самодефокусировка, обращение волнового фронта, просветление насыщающегося поглотителя, вынужденное комбинационное рассеяние, а также математическим описанием данных процессов и особенностями технической реализации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущая аттестация студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- реферат;
- тест;
- коллоквиум;
- вопросы к экзамену.

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- реферат;
- тест;
- коллоквиум.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**26 ч.**), практические занятия (**13 ч.**), самостоятельная работа студента (**69 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 39 ч. аудиторных занятий, и 69 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Предмет нелинейной оптики.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Г. Л. Киселёв. Квантовая и оптическая электроника: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (8)	5
Подготовка к презентации по теме «Явления нелинейной оптики»	А. С. Борейшо. Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2017 (11) С. К. Стафеев, К. К. Боярский, Г. Л. Башнина. Основы оптики: СПб.: Лань, 2013 (17)	3
Итого по разделу 1		8
Раздел 2. Нелинейные явления второго порядка.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Г. Л. Киселёв. Квантовая и оптическая электроника: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (8)	5
Подготовка к презентации по теме «Генерация второй гармоники»	А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2016 (11)	3
Подготовка к презентации по теме «Параметрическое усиление»	С. К. Стафеев, К. К. Боярский, Г. Л. Башнина. Основы оптики: СПб.: Лань, 2013 (17)	3
Подготовка к презентации по теме «Вынужденное комбинационное рассеяние»	О. Звелто. Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (12)	3
Подготовка к презентации по теме «Генерация фемтосекундных импульсов»		6
Подготовка к коллоквиуму №1		23
Итого по разделу 2		
Раздел 3. Нелинейные явления третьего порядка.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Г. Л. Киселёв. Квантовая и оптическая электроника: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (8)	8
Подготовка к презентации по теме «Обращение волнового фронта»	А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2016 (11)	4
Подготовка к презентации по теме «Вынужденное комбинационное рассеяние»	С. К. Стафеев, К. К. Боярский, Г. Л. Башнина.	4
Подготовка к презентации по теме «Генерация второй гармоники. Кристалл КТР»		4

Подготовка к коллоквиуму №2	Основы оптики: СПб.: Лань, 2013 (17)	8
Подготовка к экзамену. Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам всех лекций и практических занятий, а также по рекомендуемой литературе	О. Звелто. Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (10,12)	10
Итого по разделу 3		38

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- вопросы к экзамену;
- тест;
- реферат;
- коллоквиум;
- экзамен.

Критерии оценивания

Вопросы к экзамену

Перечень вопросов к экзамену представлен в УМК

Тест

Контроль усвоения лекционного материала студентов производится в автоматическом режиме за счет применения ПО «Ментор», представляющего собой веб-приложение, в котором клиентом выступает браузер, а сервером – веб-сервер. Доступ студентов к ПО «Ментор» осуществляется через любой интернет браузер, установленный на любом устройстве, имеющем доступ в сеть Интернет с помощью индивидуального логина и пароля. В конце каждой лекции присутствующим студентам предлагается ответить на один из вопросов по теме изложенной лекции. Результаты тестирования обобщаются с помощью балльно-рейтинговой системы (БАРС). Основным критерием назначения баллов служит способность студента отвечать на тест за минимальное число попыток. Необходимым условием получения допуска к экзамену является успешное прохождение всех тестов.

Реферат

Объем презентации – не менее 10 слайдов. Обязательно использование не менее двух источников, опубликованных за последние 10 лет.

Процедура защиты презентации: выступление с устной презентацией результатов с последующим групповым обсуждением.

Критерии оценивания:

- 1) соответствие содержания заявленной теме,
- 2) логичность и последовательность в изложении материала,
- 3) способность к анализу и обобщению информационного материала,
- 4) навыки планирования и управления временем при защите.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ РЕФЕРАТОВ

1. Явления нелинейной оптики
2. Преобразование частоты, генерация оптических гармоник
3. Параметрическая генерация. Плавная перестройка частоты лазера
4. Вынужденное комбинационное рассеяние
5. Генерация фемтосекундных импульсов
6. Обращение волнового фронта путем вынужденного комбинационного рассеяния
7. Обращение волнового фронта путем чётного волнового смещения
8. Самофокусировка, самодефокусировка

Коллоквиум

Коллоквиумы проводятся по контрольным вопросам, перечень которых представлен в УМК

Экзамен

К экзамену допускаются студенты, которые успешно сдали все задания, предусмотренные рабочей программой. Экзамен проводится в устной форме по билетам, выданным преподавателем. Студент должен подготовиться и ответить на три вопроса, пользуясь конспектом, составленным по материалам курса.

Оценка «отлично» выставляется, если студент верно отвечает на три вопроса, при этом ответ является полным и правильным. Материал изложен в определенной логической последовательности. При ответе на дополнительные вопросы студент показал знание основных понятий и законов нелинейной оптики. Оценка «хорошо» выставляется, если студент верно отвечает на два из трёх вопросов, при этом ответ является полным и правильным или допущены несущественные ошибки, исправленные после

наводящих вопросов преподавателя. При ответе на дополнительные вопросы студент демонстрирует понимание основного содержания учебного материала, свободно ориентируется в материале, изложенном в конспекте.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент излагает материал неполно и допускает существенные ошибки в формулировке основных понятий и законов нелинейной оптики. Ответ на дополнительные вопросы вызывает у экзаменуемого затруднения или содержит ошибки, которые он может исправить после наводящих вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если при ответе обнаружено непонимание основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые учащийся не может исправить при наводящих вопросах преподавателя.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1 (12.03.05)	ОПК-1 (12.03.03)	ОПК-1 (12.03.02)	
4	8	Раздел 1. Предмет нелинейной оптики.	20	12	10	2	8	20	20	20	Реферат, Тест, Вопросы к экзамену
4	8	Раздел 2. Нелинейные явления второго порядка.	37	14	8	6	23	40	40	40	Вопросы к экзамену, Коллоквиум, Реферат, Тест
4	8	Раздел 3. Нелинейные явления третьего порядка.	51	13	8	5	38	40	40	40	Вопросы к экзамену, Коллоквиум, Реферат, Тест
Всего за 8 семестр			108	39	26	13	69	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	39	26	13	69	100	100	100	