

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор -
проректор по образовательной
деятельности

Бородавкин В.А.

« 21 » 08 20 21
м.п.**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**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 | |
| 3 | 5 | 3 | 108 | 51 | 17 | 17 | 17 | 57 | 0 | 0 | 57 | диф. зач. |

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 Опотехника

Программу составил:

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



Эксперт:

главный конструктор по НИОКР, АО "Лазерные системы"
Орлов Андрей Евгеньевич, к.т.н.



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 ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

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 технологиями 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. полное описание энергетических состояний и уровней энергии атома определенного химического элемента;
2. описание возможных энергетических переходов в атоме;
3. виды симметрий и сингонии кристалла, свойства кристалла обусловленные его строением;
4. основные кинетические уравнения в активных средах (инверсия населенностей);

- на уровне понимания:

1. причины уширения спектральных линий;
2. физические процессы в активной среде, обусловленные ее агрегатным состоянием, химическим составом и строением;
3. причины смещения энергетических уровней в результате повышения температуры, легирования и т.д.;

умения:

- теоретические:

1. строить модели энергетических состояний атома с учетом принципа Паули и правила Гунда;
2. определить электронную конфигурацию состояния по названию уровня в приближении Рассела-Сандерса;
3. определить возможность перехода согласно правилам отбора;
4. провести анализ причин уширения спектральной линии в газовом и твердотельном лазере;
5. определить группу симметрии и сингонию кристалла по его решетке;

- практические:

1. определить ширину спектральной линии, время и длину когерентности с помощью эталона Фабри-Перо;
2. определить коэффициент усиления и КПД лазера;
3. определить порог генерации лазера;
4. определить по спектру поглощения изотропность кристалла;
5. определить по спектру поглощения назначение (рабочая среда, затвор) кристалла;
6. получить генерацию второй гармоники;
7. изменения режима работы лазера, получение модуляции добротности резонатора;

навыки:

1. анализа физических процессов, происходящих в лазерных средах;
2. анализа свойств вещества по его строению и химическому составу.

ОПК-1 (12.03.03, И1)

знания:

- на уровне представлений:

1. полное описание энергетических состояний и уровней энергии атома определенного химического элемента;
2. описание возможных энергетических переходов в атоме;
3. виды симметрий и сингонии кристалла, свойства кристалла обусловленные его строением;
4. основные кинетические уравнения в активных средах (инверсия населенностей);

- на уровне понимания:

1. причины уширения спектральных линий;
2. физические процессы в активной среде, обусловленные ее агрегатным состоянием, химическим составом и строением;

и т.д.;

3. причины смещения энергетических уровней в результате повышения температуры, легирования

умения:

- теоретические:

1. строить модели энергетических состояний атома с учетом принципа Паули и правила Гунда;
2. определить электронную конфигурацию состояния по названию уровня в приближении Рассела-

Сандерса;

3. определить возможность перехода согласно правилам отбора;
4. провести анализ причин уширения спектральной линии в газовом и твердотельном лазере;
5. определить группу симметрии и сингонию кристалла по его решетке;

- практические:

1. определить ширину спектральной линии, время и длину когерентности с помощью эталона Фабри-Перо;

2. определить коэффициент усиления и КПД лазера;
3. определить порог генерации лазера;
4. определить по спектру поглощения изотропность кристалла;
5. определить по спектру поглощения назначение (рабочая среда, затвор) кристалла;
6. получить генерацию второй гармоники;
7. изменения режима работы лазера, получение модуляции добротности резонатора.;

навыки:

1. анализа физических процессов, происходящих в лазерных средах;
2. анализа свойств вещества по его строению и химическому составу..

ОПК-1 (12.03.02, И1)

знания:

- на уровне представлений:

1. полное описание энергетических состояний и уровней энергии атома определенного химического элемента;

2. описание возможных энергетических переходов а атоме;
3. виды симметрий и сингонии кристалла, свойства кристалла обусловленные его строением;
4. основные кинетические уравнения в активных средах (инверсия населенностей);

- на уровне понимания:

1. причины уширения спектральных линий;

2. физические процессы в активной среде, обусловленные ее агрегатным состоянием, химическим составом и строением;

3. причины смещения энергетических уровней в результате повышения температуры, легирования и т.д.;

умения:

- теоретические:

1. строить модели энергетических состояний атома с учетом принципа Паули и правила Гунда;
2. определить электронную конфигурацию состояния по названию уровня в приближении Рассела-

Сандерса;

3. определить возможность перехода согласно правилам отбора;
4. провести анализ причин уширения спектральной линии в газовом и твердотельном лазере;
5. определить группу симметрии и сингонию кристалла по его решетке;

- практические:

1. определить ширину спектральной линии, время и длину когерентности с помощью эталона Фабри-Перо;

2. определить коэффициент усиления и КПД лазера;
3. определить порог генерации лазера;
4. определить по спектру поглощения изотропность кристалла;
5. определить по спектру поглощения назначение (рабочая среда, затвор) кристалла;
6. получить генерацию второй гармоники;
7. изменения режима работы лазера, получение модуляции добротности резонатора.;

навыки:

1. анализа физических процессов, происходящих в лазерных средах;
2. анализа свойств вещества по его строению и химическому составу..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ** 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: **ФИЗИКА, ХИМИЯ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОПТИКА ЛАЗЕРОВ.**

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
- ОПК-3 — Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств лазерных исследований и измерений

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 | Формируемая компетencies, % | | |
|---------------------|---------|---|-------|--|--------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Лабораторный практикум | Практические занятия | | ОПК-1 (12.03.05) | ОПК-1 (12.03.03) | ОПК-1 (12.03.02) |
| 3 | 5 | Раздел 1. Квантовая механика атома. 1. Модели атома. Модели Бора, Томсона, Резерфорда. 2. Квантовые числа. Полный орбитальный и спиновый момент системы. Принцип Паули. Правило Гунда. Связь энергетической схемы элемента с положением элемента в таблице Менделеева. 3. Волновые функции стационарных состояний. Уравнение Шредингера. Водородоподобный атом. Корпускулярно-волновой дуализм. 4. Описание уровней энергии. Приближение Рассела-Сандерса. 5. Населенность энергетических уровней. Распределение Больцмана, Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. | 24 | 8 | 4 | 0 | 4 | 16 | 25 | 25 | 25 |
| 3 | 5 | Раздел 2. Физические основы взаимодействия квантовых систем с электромагнитным полем. 1. Спонтанные и индуцированные переходы. Коэффициенты Эйнштейна. Правила отбора: запрещенные и разрешенные переходы. Сечение перехода и коэффициент поглощения (усиления). Спектр излучения. 2. Уширение спектральных линий. Соотношение неопределенностей «энергия — время», естественное время жизни, ширина спектра спонтанного излучения. Лоренцева форма линии. Вероятность индуцированных переходов при монохроматическом излучении. Однородное и неоднородное уширение. Гауссова форма линии при доплеровском уширении. 3. Когерентность. Длина и время когерентности. | 24 | 12 | 4 | 4 | 4 | 12 | 25 | 25 | 25 |
| 3 | 5 | Раздел 3. Генерация и усиление электромагнитного излучения. 1. Возбуждение активного вещества. Условие самовозбуждения и насыщение усиления. 2. Генерация лазерного излучения. Условие генерации. Порог генерации. Мощность генерации. Одномодовый и многомодовый режим генерации. 3. Распространение гауссовых пучков. 4. Продольные и поперечные моды. Селекция продольных и поперечных мод. Характеристики качества излучения. 5. Нестационарная генерация. Зажатывание частоты. Модуляция добротности. Режим синхронизации мод. | 26 | 14 | 4 | 6 | 4 | 12 | 25 | 25 | 25 |
| 3 | 5 | Раздел 4. Лазерные среды, их строение и свойства. 1. Газовые смеси как рабочая среда лазера. Столкновительные процессы в газовых смесях. Плазма. 2. Жидкость как рабочая среда лазера. Красители. 3. Введение в кристаллографию. Элементарная ячейка. Решетка. Виды симметрии. Сингонии. Изотропные и анизотропные кристаллы. 4. Кристалл как рабочая среда лазера. Легирование. Влияние легирования на положение уровней энергии в кристалле. 5. Кристалл как пассивный затвор. Влияние строения кристалла на его оптические свойства. 6. Нелинейный кристалл. Преобразование частоты: генерация второй гармоники и параметрическая генерация. | 34 | 17 | 5 | 7 | 5 | 17 | 25 | 25 | 25 |
| Всего за 5 семестр | | | 108 | 51 | 17 | 17 | 17 | 57 | 100 | 100 | 100 |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 51 | 17 | 17 | 17 | 57 | 100 | 100 | 100 |

3.2. Аудиторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | Объем, ауд. часов |
|-------|---|--|-------------------|
| 1 | Раздел 1. Квантовая механика атома. | Построение модели атома по уровням энергии. Создание схемы энергетических уровней гелия и неона в гелий-неоновом лазере и их классификация по теории Рассела-Сандерса, указание переходов. | 2 |
| 2 | | Классификация энергетических уровней в приближении Рассела-Сандерса. | 2 |
| 3 | Раздел 2. Физические основы взаимодействия квантовых систем с электромагнитным полем. | Различные схемы лазерной генерации. Понятие о динамических уравнениях инверсии населенностей. | 2 |
| 4 | | Расчет ширины полосы генерации лазера, длины и времени когерентности. Анализ причин уширения спектральных | 2 |

| | | | |
|--------------------|---|---|----|
| | | линий различных типов лазеров. | |
| 5 | Раздел 3. Генерация и усиление электромагнитного излучения. | Расчет порога генерации, коэффициента усиления лазера. Решение задач по определению параметров лазерной генерации. | 4 |
| 6 | Раздел 4. Лазерные среды, их строение и свойства. | Сообщения по теме «Гелий-неоновый лазер. Физические процессы, устройство, характеристики излучения и области применения». | 2 |
| 7 | | Сообщения по теме «Твердотельный лазер на редкоземельных металлах: Nd:YAG лазер. Физические процессы, устройство, характеристики излучения и области применения». | 2 |
| 8 | | Нелинейные кристаллы и их использование для преобразования частоты: генерация второй гармоники и параметрическая генерация. Кристалл как пассивный затвор. | 1 |
| Всего за 5 семестр | | | 17 |

3.3. Лабораторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема лабораторного практикума | Объем, ауд. часов |
|--------------------|---|--|-------------------|
| 1 | Раздел 2. Физические основы взаимодействия квантовых систем с электромагнитным полем. | Измерение ширины спектральной линии генерации He-Ne лазера. Определение длины и времени когерентности. | 4 |
| 2 | Раздел 3. Генерация и усиление электромагнитного излучения. | Типы накачки лазеров. Сравнение КПД твердотельных лазеров с ламповой и диодной накачкой. Определение порога генерации и коэффициента усиления твердотельного лазера. | 6 |
| 3 | Раздел 4. Лазерные среды, их строение и свойства. | Изотропные и анизотропные кристаллы. Определение назначения кристалла по спектру поглощения. | 3 |
| 4 | | Модуляция добротности резонатора. Пассивный затвор. | 2 |
| 5 | | Генерация второй гармоники. Кристалл КТР. | 2 |
| Всего за 5 семестр | | | 17 |

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Содержание учебного задания | Объем, часов |
|-------|---|---|--------------|
| 1 | Раздел 1. Квантовая механика атома. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. | 12 |
| 2 | | Выполнение домашнего задания «Построение модели электронного состояния невозбужденного атома определенного химического элемента». | 4 |
| 3 | Раздел 2. Физические основы взаимодействия квантовых систем с электромагнитным полем. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. | 8 |
| 4 | | Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Измерение ширины спектральной линии генерации He-Ne лазера. Определение длины и времени когерентности». | 4 |
| 5 | Раздел 3. Генерация и усиление электромагнитного излучения. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. | 8 |
| 6 | | Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Типы накачки лазеров. Сравнение КПД твердотельных лазеров с ламповой и диодной накачкой. Определение порога генерации и коэффициента усиления твердотельного лазера». | 4 |
| 7 | Раздел 4. Лазерные среды, их строение и свойства. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе | 8 |
| 8 | | Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Изотропные и анизотропные кристаллы. Определение | 3 |

| | | |
|--------------------|--|----|
| | назначения кристалла по спектру поглощения» | |
| 9 | Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Модуляция добротности резонатора. Пассивный затвор» | 3 |
| 10 | Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Генерация второй гармоники. Кристалл КТР» | 3 |
| Всего за 5 семестр | | 57 |

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| СЕМЕСТР | НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------------|---|----|---|---|---|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|---------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 5 | | | ДЗ | | | | ЛР | | | | | ЛР | | ЛР | ЛР | ЛР | Вопр. Диф. Зач, диф. зач. |

Условные обозначения:

- ДЗ – домашнее задание;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр. Диф. Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- домашнее задание;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

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

- домашнее задание;
- лабораторная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Г. Л. Киселёв. Квантовая и оптическая электроника. Санкт-Петербург: Лань, 2020, эл. рес.
2. О. Звелто. Принципы лазеров. СПб.: Лань, 2008, 29 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. Ярив. Введение в оптическую электронику. М.: Высш. шк., 1983, 2 экз.
2. Н. В. Карлов. Лекции по квантовой электронике. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988, 2 экз.

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.urait.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:

не требуется.

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. Компьютерный комплект.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Лазер юстировочный ЛГН;
2. Лазер твердотельный, Nd:YAG;
3. Комплект оптики;
4. Измеритель мощности Ophir Vega с измерительными головками;
5. Осциллограф цифровой АКИП–4116/2;
6. Комплект нелинейных кристаллов;
7. Фотодиод Ophir FPS1 SENSOR;
8. Спектрометр Avantes Avaspec 2048;
9. Камера Ophir Spiricon SP620U.

6.4. 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 **ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ** 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 началами квантовой механики атома, волновой оптикой, а также особенностями строения лазерных сред, влиянием строения на их оптические свойства, вопросами спектроскопии рассмотренных веществ.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- домашнее задание;
- лабораторная работа;
- вопросы к дифференцированному зачету.

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

- домашнее задание;
- лабораторная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (17 ч.), практические занятия (17 ч.), лабораторный практикум (17 ч.), самостоятельная работа студента (57 ч.).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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. Квантовая механика атома. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. | Н. В. Карлов. Лекции по квантовой электронике: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988 (1-4) | 12 |
| Выполнение домашнего задания «Построение модели электронного состояния невозбужденного атома определенного химического элемента». | А. Ярив. Введение в оптическую электронику: М.: Высш. шк., 1983 (1-2) | 4 |
| Итого по разделу 1 | | 16 |
| Раздел 2. Физические основы взаимодействия квантовых систем с электромагнитным полем. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. | Г. Л. Киселёв. Квантовая и оптическая электроника: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (1,4,7,9) | 8 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Измерение ширины спектральной линии генерации He-Ne лазера. Определение длины и времени когерентности». | О. Звелто. Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (1,2,7) | 4 |
| Итого по разделу 2 | | 12 |
| Раздел 3. Генерация и усиление электромагнитного излучения. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. | О. Звелто. Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (3-5) | 8 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Типы накачки лазеров. Сравнение КПД твердотельных лазеров с ламповой и диодной накачкой. Определение порога генерации и коэффициента усиления твердотельного лазера». | Г. Л. Киселёв. Квантовая и оптическая электроника: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (2-4,7) Н. В. Карлов. Лекции по квантовой электронике: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988 (6,8,11) | 4 |
| Итого по разделу 3 | | 12 |
| Раздел 4. Лазерные среды, их строение и свойства. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе | О. Звелто. Принципы лазеров: СПб.: Лань, 2008 (6) | 8 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Изотропные и анизотропные кристаллы. Определение назначения кристалла по спектру поглощения» | Г. Л. Киселёв. Квантовая и оптическая электроника: Санкт-Петербург: Лань, 2020 (8,10) | 3 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Модуляция добротности резонатора. Пассивный затвор» | Н. В. Карлов. Лекции по квантовой электронике: М.: | 3 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Генерация второй гармоники. Кристалл КТР» | | 3 |

| | | |
|--------------------|--|----|
| | Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988 (13,19,20,21,27) | |
| Итого по разделу 4 | | 17 |

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- лабораторная работа;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Домашнее задание

Комплект индивидуальных заданий к домашнему заданию «Построение модели электронного состояния невозбужденного атома определенного химического элемента» представлен в УМК.

Домашнее задание считается выполненным успешно при следующих условиях:

- правильное выполнение всех пунктов, предусмотренных заданием;
- корректное оформление полученных результатов.

Вопросы к дифференцированному зачету

Перечень вопросов представлен в УМК дисциплины.

Лабораторная работа

Допуск к ЛР:

- допуск к выполнению первых двух ЛР не предусмотрен.
- для допуска к выполнению третьей и последующих ЛР необходима защита одной из выполненных ранее работ и выполнение домашнего задания.

Отчет по ЛР:

Отчеты по лабораторным работам представляются в печатной или рукописной форме. Допускается выполнение расчетов «вручную» или использование систем автоматизации математических расчетов. Каждое задание на лабораторную работу содержит набор параметров в соответствии с индивидуальным или групповым вариантом (комплекты индивидуальных заданий по лабораторным работам представлены в УМК).

Критерии оценивания:

Лабораторная работа считается выполненной успешно (принимается) при следующих условиях:

- правильное выполнение всех пунктов, предусмотренных заданием;
- правильное построение и оформление в соответствии с требованиями государственных стандартов ЕСКД графиков для всех получаемых в ходе выполнения задания характеристик;
- успешная защита лабораторной работы.

Защита ЛР:

Защита ЛР предусматривает обсуждение порядка решения предусмотренных ее тематикой задач, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории.

Дифференцированный зачет

Допуск к дифференцированному зачёту по дисциплине оформляется при следующих условиях:

- успешное выполнение домашнего задания;
- успешное выполнение индивидуальных заданий к лабораторным работам и представление отчетных материалов;
- защита всех лабораторных работ.

Порядок проведения зачета: письменный, 30 минут.

Оценка «отлично» ставится, если студент дал 90%÷100% правильных ответов.

Оценка «хорошо» ставится, если студент дал 80%÷90% правильных ответов.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент дал 60%÷80% правильных ответов.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент дал менее 60% правильных ответов.

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 | Лабораторный практикум | Практические занятия | | ОПК-1 (12.03.05) | ОПК-1 (12.03.03) | ОПК-1 (12.03.02) | |
| 3 | 5 | Раздел 1. Квантовая механика атома. | 24 | 8 | 4 | 0 | 4 | 16 | 25 | 25 | 25 | Домашнее задание, Вопросы к дифференцированному зачету |
| 3 | 5 | Раздел 2. Физические основы взаимодействия квантовых систем с электромагнитным полем. | 24 | 12 | 4 | 4 | 4 | 12 | 25 | 25 | 25 | Лабораторная работа, Вопросы к дифференцированному зачету |
| 3 | 5 | Раздел 3. Генерация и усиление электромагнитного излучения. | 26 | 14 | 4 | 6 | 4 | 12 | 25 | 25 | 25 | Лабораторная работа, Вопросы к дифференцированному зачету |
| 3 | 5 | Раздел 4. Лазерные среды, их строение и свойства. | 34 | 17 | 5 | 7 | 5 | 17 | 25 | 25 | 25 | Вопросы к дифференцированному зачету, Лабораторная работа |
| Всего за 5 семестр | | | 108 | 51 | 17 | 17 | 17 | 57 | 100 | 100 | 100 | |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 51 | 17 | 17 | 17 | 57 | 100 | 100 | 100 | |