

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОПТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Взрыватели
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

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	
5	10	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**17.05.01 Боеприпасы и взрыватели**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И  
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Митюшов Александр Иванович, к.т.н., доцент, доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Заведующий кафедрой Оськин И.А., д.т.н.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Заведующий кафедрой Оськин И.А., д.т.н.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ОПТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ**

### **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. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 — Способен демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования

ПК-3 — Способен проектировать и конструировать взрыватели различного назначения, разрабатывать проектную документацию, проводить технические расчеты и оптимизировать проектные параметры взрывателей

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-1**

*знания:*

физических процессов в оптоэлектронных элементах и устройствах автономных информационных и управляющих систем, связанных с использованием оптического диапазона;

*умения:*

применять изученные законы, принципы и методы для анализа функционирования оптоэлектронных устройств автономных информационных и управляющих систем и оценки их работоспособности;

*навыки:*

анализировать назначение и возможности оптоэлектронных устройств автономных информационных и управляющих систем.

### **ПК-3**

*знания:*

критериев, алгоритмов и правил обработки сигналов в оптоэлектронных системах;

*умения:*

выполнять инженерные расчеты для оценки показателей и технических характеристик оптоэлектронных устройств автономных информационных и управляющих систем;

*навыки:*

анализировать условия функционирования оптоэлектронных устройств, влияния внешних факторов на их работоспособность.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОПТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **РАДИОФИЗИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-10 — Способен применять методы математического анализа, моделирования и системного проектирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач проектирования, производства и испытания оружия и систем вооружения
- ОПК-14 — Способен моделировать и использовать известные решения в новом приложении применительно к проектированию, производству, испытаниям и эксплуатации боеприпасов и взрывателей различного типа и назначения
- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

### 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 компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПК-1	ПК-3
5	10	Раздел 1. Раздел 1. Физические основы квантового излучения ЭМВ. 1.1 Свойства квантовых систем. 1.2 Спонтанное и стимулированное излучение. 1.3 Квантовое усиление. 1.4 Способы создания инверсии населенности уровней. 1.5 Принцип работы лазера. Характеристики и параметры лазерного излучения.	34	16	10	6	18	30	30
5	10	Раздел 2. Раздел 2. Взаимодействие излучений оптического диапазона с веществом. 2.1 Распределение лазерных пучков в атмосфере. 2.2 Световоды. Оптические резонаторы. 2.3 Распространение лазерных пучков в анизотропных средах. Кристаллооптика. 2.4 Фотоэлектронные явления в полупроводниках. 2.5 Люминесценция. 2.6 Квантовые ямы, нити, точки.	37	18	12	6	19	30	30
5	10	Раздел 3. Раздел 3. Устройства излучения и приема волн оптического диапазона. 3.1 Газовые лазеры. 3.2 Твердотельные и жидкостные лазеры. 3.3 Полупроводниковые лазеры и светодиоды. 3.4 Устройства управления лазерным излучением. 3.5 Фотоприемные устройства. 3.6 Оптические методы передачи и обработки информации.	37	17	12	5	20	40	40
Всего за 10 семестр			108	51	34	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Физические основы квантового излучения ЭМВ.	Анализ свойств электромагнитных волн оптического диапазона.	2
2		Анализ энергетических состояний атомов и молекул.	2
3		Анализ спонтанного и вынужденного квантового излучения.	2
4	Раздел 2. Раздел 2. Взаимодействие излучений оптического диапазона с веществом.	Оптические характеристики вещества.	2
5		Анализ распространения света в анизотропных кристаллах.	2
6		Анализ фотоэлектронных явлений в полупроводниках.	2
7	Раздел 3. Раздел 3. Устройства излучения и приема волн оптического диапазона.	Анализ работы фотоприемных устройств.	1
8		Анализ работы газовых и твердотельных лазеров.	2
9		Анализ работы полупроводниковых лазеров и устройств управления лазерным излучением.	2
Всего за 10 семестр			17

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Физические основы квантового излучения ЭМВ.	Освоение учебного материала лекционных занятий с привлечением рекомендованной литературы.	6
2		Подготовка к практическим занятиям.	6
3		Подготовка к коллоквиуму.	6
4	Раздел 2. Раздел 2. Взаимодействие излучений оптического диапазона с веществом.	Освоение учебного материала лекционных занятий с привлечением рекомендованной литературы.	6

5		Подготовка к практическим занятиям.	6
6		Подготовка к коллоквиуму.	7
7	Раздел 3. Раздел 3. Устройства излучения и приема волн оптического диапазона.	Освоение учебного материала лекционных занятий с привлечением рекомендованной литературы.	10
8		Подготовка к практическим занятиям.	10
Всего за 10 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
<b>10</b>		Зад. СРС		Зад. СРС		ДР		Зад. СРС	Колл	ДР		Зад. СРС		Зад. СРС		ДР	Вопр. Зач, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Зад. СРС – задания для самостоятельной работы;
- Колл – коллоквиум;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- зач. – зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- задания для самостоятельной работы;
- коллоквиум;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Шука. . Электроника. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008, эл. рес.
2. А. Н. Пихтин. . Оптическая и квантовая электроника. М.: Высшая школа, 2001, 50 экз.
3. А. С. Борейшо. . Лазеры: устройство и действие. СПб.: Лань, 2021, эл. рес.
4. В. И. Дудкин, Л. Н. Пахомов. . Квантовая электроника. Приборы и их применение. М.: Техносфера, 2006, эл. рес.
5. В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. . Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
6. Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 353 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. Н. Пихтин. . Физические основы квантовой электроники и оптоэлектроники. М.: Высш. шк., 1983, 2 экз.
2. Г. Л. Киселёв. . Квантовая и оптическая электроника. СПб.: Лань, 2017, 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://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
2. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
4. <http://www.tnt-ebook.ru> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
5. <http://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. FEMM;
2. NI Multisim - академическая версия;
3. PTC Mathcad Prime 5.0.

### 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. Интерактивная доска;
3. FEMM;
4. NI Multisim - академическая версия;
5. PTC Mathcad Prime 5.0.

### **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 **ОПТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1 Способен демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования;  
ПК-3 Способен проектировать и конструировать взрыватели различного назначения, разрабатывать проектную документацию, проводить технические расчеты и оптимизировать проектные параметры взрывателей.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физическими процессами и методами обработки сигналов в оптоэлектронных элементах боеприпасов и взрывателей при неконтактном взаимодействии с целью с использованием лазерного излучения. Студенты приобретают знания физических законов, принципов, методов и идей, на которых основано функционирование оптических квантовых устройств и систем, а также умение применять изученные законы, принципы и методы для анализа физических процессов, оценки потенциальных возможностей и работоспособности автономных информационных и управляющих систем.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- задания для самостоятельной работы;
- коллоквиум;
- вопросы к зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**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.
<b>Раздел 1. Раздел 1. Физические основы квантового излучения ЭМВ.</b>		
Освоение учебного материала лекционных занятий с привлечением рекомендованной литературы.	А. Н. Пихтин. . Оптическая и квантовая электроника: М.: Высшая школа, 2001 (Выборочно по разделам) Г. Л. Киселёв. . Квантовая и оптическая электроника: СПб.: Лань, 2017 (Главы 1-4) В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. . Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (Выборочно по разделам)	6
Подготовка к практическим занятиям.	А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (Главы 1-2) Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Главы 3-4)	6
Подготовка к коллоквиуму.		6
Итого по разделу 1		18
<b>Раздел 2. Раздел 2. Взаимодействие излучений оптического диапазона с веществом.</b>		
Освоение учебного материала лекционных занятий с привлечением рекомендованной литературы.	А. С. Борейшо. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2021 (Главы 1-2) А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (Главы 6-7) Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Главы 9-12)	6
Подготовка к практическим занятиям.	А. Н. Пихтин. . Физические основы квантовой электроники и оптоэлектроники: М.: Высш. шк., 1983 (Выборочно по разделам)	6
Подготовка к коллоквиуму.		7
Итого по разделу 2		19
<b>Раздел 3. Раздел 3. Устройства излучения и приема волн оптического диапазона.</b>		
Освоение учебного материала лекционных занятий с привлечением рекомендованной литературы.	Г. Л. Киселёв. . Квантовая и оптическая электроника: СПб.: Лань, 2017 (Главы 6-7) А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (Главы 10-11) В. И. Дудкин, Л. Н. Пахомов. . Квантовая электроника. Приборы и их применение: М.: Техносфера, 2006 (Выборочно по разделам)	10
Подготовка к практическим занятиям.	А. С. Борейшо. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2021 (Главы 2-4)	10
Итого по разделу 3		20

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- коллоквиум;
- задания для самостоятельной работы;
- вопросы к зачету;
- зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Коллоквиум

1. Волновые явления. Границы применения классической физики.
2. Корпускулярно-волновой дуализм.
3. Основные закономерности квантовой физики.
4. Свойства квантовых систем.
5. Анализ свойств электромагнитных волн оптического диапазона.
6. Спонтанное и стимулированное излучение.
7. Анализ энергетических состояний атомов и молекул .
8. Квантовое усиление .
9. Способы создания инверсии населённости уровней.
10. Генерация и усиление электромагнитного излучения.
11. Принцип работы лазера. Характеристики и параметры лазерного излучения.
12. Анализ свойств электромагнитных волн оптического диапазона.
13. Анализ энергетических состояний атомов и молекул.
14. Анализ спонтанного и вынужденного квантового излучения.
15. Распространение лазерных пучков в атмосфере.
16. Световоды.
17. Оптические резонаторы.
18. Распространение лазерных пучков в анизотропных средах.
19. Кристаллооптика.
20. Фотоэлектронные явления в полупроводниках.

#### Задания для самостоятельной работы

Тематика заданий для самостоятельной работы соответствует теме раздела:

- свойства электромагнитных волн оптического диапазона;
- энергетические состояния атомов и молекул;
- спонтанное и вынужденное квантовое излучение;
- оптические характеристики вещества;
- распространение света в анизотропных кристаллах;
- фотоэлектронные явления в полупроводниках;
- работа газовых и твердотельных лазеров;
- работа полупроводниковых лазеров и устройств управления лазерным излучением;
- работа фотоприемных устройств.

Перечень типовых заданий для самостоятельной работы приведён в материалах учебно-методического комплекса.

Результат выполнения задания оценивается преподавателем по четырёхбалльной системе; оцениваются корректность и полнота ответа.

Оценка выставляется согласно следующим критериям:

«отлично» - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы, правильно обоснованные решения, владение разносторонними навыками и приемами;

«хорошо» - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;

«удовлетворительно» - при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий;

«неудовлетворительно» - незнание материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ.

### **Вопросы к зачету**

1. Волновые явления. Границы применения классической физики.
2. Корпускулярно-волновой дуализм.
3. Основные закономерности квантовой физики.
4. Свойства квантовых систем.
5. Анализ свойств электромагнитных волн оптического диапазона.
6. Спонтанное и стимулированное излучение.
7. Анализ энергетических состояний атомов и молекул.
8. Квантовое усиление.
9. Способы создания инверсии населённости уровней.
10. Генерация и усиление электромагнитного излучения.
11. Принцип работы лазера. Характеристики и параметры лазерного излучения.
12. Анализ свойств электромагнитных волн оптического диапазона.
13. Анализ энергетических состояний атомов и молекул.
14. Анализ спонтанного и вынужденного квантового излучения.
15. Распространение лазерных пучков в атмосфере.
16. Световоды.
17. Оптические резонаторы .
18. Распространение лазерных пучков в анизотропных средах.
19. Кристаллооптика.
20. Фотоэлектронные явления в полупроводниках.
21. Люминесценция.
22. Квантовые ямы, нити, точки.
23. Оптические характеристики вещества.
24. Анализ распространения света в анизотропных кристаллах.
25. Анализ фотоэлектронных явлений в полупроводниках .
26. Газовые лазеры.
27. Твердотельные и жидкостные лазеры.
28. Полупроводниковые лазеры и светодиоды.
29. Устройства управления лазерным излучением.
30. Фотоприёмные устройства.
31. Оптические методы передачи и обработки информации.
32. Анализ работы газовых лазеров .
33. Анализ работы твердотельных лазеров.
34. Анализ работы полупроводниковых лазеров.
35. Анализ работы устройств управления лазерным излучением.
36. Анализ работы фотоприёмных устройств.

### **Зачет**

Вопросы к зачёту оформляются в виде билета. Билет включает в себя два теоретических вопроса и задачу.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если: он знает основные определения, последователен в изложении материала, демонстрирует базовые знания дисциплины, владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если: он не знает основных определений, непоследователен и сбивчив в изложении материала, не обладает определенной системой знаний по дисциплине, не в полной мере владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

По решению преподавателя основанием для получения зачёта является успешное и своевременное прохождение обучающимся всех видов контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Обучающиеся, набравшие суммарно 50-60 баллов за тесты по итогам рубежной аттестации, могут отвечать на один вопрос из билета по выбору.

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		ПК-1	ПК-3	
5	10	Раздел 1. Раздел 1. Физические основы квантового излучения ЭМВ.	34	16	10	6	18	30	30	Задания для самостоятельной работы, Коллоквиум
5	10	Раздел 2. Раздел 2. Взаимодействие излучений оптического диапазона с веществом.	37	18	12	6	19	30	30	Задания для самостоятельной работы, Коллоквиум
5	10	Раздел 3. Раздел 3. Устройства излучения и приема волн оптического диапазона.	37	17	12	5	20	40	40	Задания для самостоятельной работы, Вопросы к зачету
Всего за 10 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ОПТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

### ПК-1 - Способен демонстрировать знания принципов действия взрывателей и их функционирования

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Указать правильное соотношение между шириной спектра излучения лазера  $\Delta f$  и временем нахождения атома в заданном энергетическом состоянии (время жизни)  $\Delta t$ .

Варианты ответов:

- 1) широким спектрам излучения соответствуют большое время жизни,
- 2) широким спектрам излучения соответствуют малое время жизни,
- 3) узким спектрам излучения соответствуют большое время жизни,
- 4) узким спектрам излучения соответствуют малое время жизни.

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Оптический диапазон включает ЭМВ от \_\_\_\_\_ нанометров до \_\_\_\_\_ мм

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Плотность потока энергии, для монохроматической волны, это \_\_\_\_\_

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Выбрать уравнение Максвелла в дифференциальной форме соответствующие утверждениям

**Утверждения**

**Уравнения**

А.

1. источниками электрического поля являются заряды

$$\operatorname{rot}(\vec{H}) = \vec{J}_{\text{пр}} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

Б.

2. вихревое электрическое поле возникает при изменении магнитного поля

$$\operatorname{rot}(\vec{E}) = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

В.

3. вихревое магнитное поле возникает при движении зарядов и при изменении электрического поля

$$\operatorname{div}(\vec{D}) = \rho$$

Г.

4. в природе не существует точечных источников магнитного поля (магнитных зарядов)

$$\operatorname{div}(\vec{B}) = 0$$

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность процессов для получения лазерного излучения

- 1) усилить оптическое излучение в рабочем веществе при помощи резонатора



- 2) Создать инверсию населённости энергетических уровней в рабочем веществе
- 3) Создать условия и запустить индуцированный переход между заданными энергетическими уровнями
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность  
Указать последовательность работы лазерного дальномера
- 1) Формирование выходного напряжения, пропорционального разности фаз
- 2) Накопление энергии отражённого лазерного сигнала
- 3) Определение разности фаз между излучаемым и принимаемым сигналом
- 4) Определение дальности до цели по величине выходного напряжения
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Длина волны желтого цвета равна 0,6 мкм. Какова частота излучения?
- Варианты ответов:
- 1)  $2 \cdot 10^{12}$  Гц;
- 2)  $3 \cdot 10^{13}$  Гц
- 3)  $5 \cdot 10^{14}$  Гц
- 4)  $8 \cdot 10^{15}$  Гц
- № 8 Прочитайте текст и установите соответствие  
Укажите соответствие названий и определений физических величин

Названия	Определения
1. Вектор Умова-Пойнтинга	А. Поток энергии, излучаемый в единицу телесного угла
2. Сила света	Б. Отношение потока энергии, излучаемого площадкой по всем направлениям в полусферу, к величине поверхности площадки
3. Светимость	В. Энергия, которую переносит ЭМВ в единицу времени через единичную площадку, перпендикулярную направлению распространения волны
4. Освещённость	Г. Отношение потока энергии, падающего на поверхность, к величине поверхности

- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Условие устойчивого состояния атома согласно гипотезе, де Бройля состоит в том, что на орбите электрона должно укладываться
- Варианты ответов:
- 1) одна длина волны,
- 2) целое число полуволен,
- 3) целое число волн,
- 4) нечётное число полуволен
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какие способы накачки применимы в полупроводниковых лазерах?
- Варианты ответов:

- 1) с помощью газового разряда,
- 2) газодинамическая накачка,
- 3) инжекция неосновных носителей,
- 4) химическая накачка

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Принцип квантового усиления электромагнитных волн заключается в том, что создаётся и используется

Варианты ответов:

- 1) состояние термодинамического равновесия
- 2) состояние инверсии населённости энергетических уровней
- 3) спонтанный переход электронов на нижний энергетический уровень
- 4) индуцированный переход электронов на нижний энергетический уровень

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие способы накачки применимы в полупроводниковых и жидкостных лазерах?

Варианты ответов:

- 1) с помощью газового разряда,
- 2) световая, лазерная накачка,
- 3) инжекция неосновных носителей,
- 4) химическая накачка.

**ПК-3 - Способен проектировать и конструировать взрыватели различного назначения, разрабатывать проектную документацию, проводить технические расчеты и оптимизировать проектные параметры взрывателей**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Энергия электромагнитной волны в единице объёма – это

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Приведённая формула

$$\text{rot}(\vec{H}) = \vec{J}_{\text{пр}} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

выражает

Варианты ответов:

1. Первое уравнение Максвелла.
2. Второе уравнение Максвелла.
3. Закон полного тока;
4. Закон электромагнитной индукции.

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Укажите название серии в спектре атома водорода

$$\Phi_3 = R \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

Варианты ответов:

- 1) серия Лаймана при  $n = 1$ ,  $m > n$ , ультрафиолетовое излучение;
- 2) серия Бальмера при  $n = 2$ ,  $m > n$ , видимый свет;
- 3) серия Пашена при  $n = 3$ ,  $m > n$ , инфракрасное излучение;
- 4) серия Брэкетта при  $n = 4$ ,  $m < n$ , инфракрасное излучение;

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Электромагнитные волны оптического диапазона, характеризующиеся одной частотой (одной длиной волны) называются

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Известна волновая функция

$$E(t, x) = 0,001 \sin(10^9 \pi t - 10 \pi x)$$

Какова длина волны?

Варианты ответов:

- 1) 10 см
- 2) 20 см
- 3) 50 см
- 4) 100 см

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Известна волновая функция

$$E(t, x) = 0,001 \sin(10^9 \pi t - 10 \pi x)$$

Какова скорость распространения волны?

Варианты ответов:

- 1)  $10E6$  м/с
- 2)  $3 \cdot 10 E7$  м/с
- 3)  $10 E8$  м/с
- 4)  $3 \cdot 10 E8$  м/с

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Известна волновая функция

$$E(t, x) = 0,001 \sin(10^9 \pi t - 10 \pi x)$$

Какова электромагнитная плотность среды?

Варианты ответов:

- 1) 2

2) 3

3) 5

4) 10

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Укажите формулу, соответствующую названию физической величины

**Названия**

**Формулы**

А.

1. Плотность  
потока энергии  
ЭМВ

$$I_{\varepsilon} = \frac{\Phi_{\varepsilon}}{\Delta\Omega}$$

Б.

2. Поток  
энергии ЭМВ  
оптического  
диапазона

$$E_{\varepsilon} = \frac{\Phi_{\varepsilon}}{\Delta S}$$

3. Силу света

$$\Phi_{\varepsilon} = \frac{\Delta\varepsilon}{\Delta t} = \Pi \cdot \Delta S$$

В.

Г.

4.  
Освещённость

$$\Pi = \frac{\Delta\varepsilon}{\Delta S \cdot \Delta t} = [E \times H]$$

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

Укажите определение, соответствующую названию области науки и техники

**Названия**

**Определения**

1. Квантовая  
электроника

А. Область науки, исследующая процессы взаимодействия света с веществом, а также техника (устройства), в которых эти процессы используются для передачи, преобразования, хранения и отображения информации

2.  
Оптоэлектроника

Б. Область науки, исследующая электромагнитные колебания и волны радиодиапазона, процессы взаимодействия заряженных частиц с электромагнитными полями, а также техника (устройства), в которых эти процессы используются для создания электронных приборов, передачи, преобразования, хранения и отображения информации

3.  
Радиоэлектроника

В. Область науки, исследующая процессы возбуждения, распространения и приема радиоволн, происходящие в природе и в радиоэлектронных системах

4. Радиофизика

Г. Область науки, исследующая квантовые явления, а также техника (устройства), в которых квантовые явления применяются для генерации, усиления и преобразования когерентных электромагнитных волн

№ 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Распределение энергии ЭМВ оптического диапазона по длинам волн (по частотам)

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Формула

$$E_{\text{э}} = \frac{\Phi_{\text{э}}}{\Delta S}$$

$$I_{\text{э}} = \frac{\Phi_{\text{э}}}{\Delta \Omega}$$

определяет

Варианты ответов:

- 1) Освещённость
- 2) Поток энергии ЭМВ оптического диапазона
- 3) Плотность потока энергии ЭМВ
- 4) Силу света

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность процессов в твёрдотельном лазере для получения режима излучения гигантских импульсов.

1. Усилить оптическое излучение в рабочем веществе при помощи резонатора
2. Отключить режим самовозбуждения (разорвать цепь положительной обратной связи).
3. Включить положительную обратную связь и запустить индуцированный переход между заданными энергетическими уровнями.
4. Создать избыточную инверсию населённости энергетических уровней в рабочем веществе за счёт интенсивной световой накачки.

№ 13 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность процессов применения ядерного магнитного резонанса для обнаружения взрывчатых веществ.

1. Обнаружение резонансного поглощения энергии электромагнитного поля перебор всех частот, характерных для ядерного резонанса обнаруживаемого взрывчатого вещества.
2. Регистрация и анализ резонансного спектра, идентификация вещества.
3. Обработка и накопление сигналов в специализированном вычислительном устройстве.
4. Облучение образца радиоимпульсами в заданном частотном диапазоне..