

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Страхов С.Ю.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ

Направление/специальность подготовки	12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
Специализация/профиль/программа подготовки	Лазерная техника и лазерные технологии
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	6	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	ЭКЗ.

*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**

год набора группы: 2025

Программу составили:

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

Морозов Алексей Владимирович, к.т.н., доцент, доцент

\_\_\_\_\_

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

Попов Евгений Эдуардович, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

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

**И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА**

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

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ОСНОВЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ**

### **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:

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

ПК-1.1 — Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем

ПК-1.3 — Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях

ПК-1.5 — Способен проводить численные оценки параметров лазерного излучения и процессов взаимодействия лазерного излучения со средами

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-3**

*знания:*

на уровне представлений:

- физических принципов устройства и действия лазеров различных типов
- физических принципов взаимодействия лазерного излучения со средами;

на уровне воспроизведения:

- методик оценки характеристик лазерного излучения
- методик оценки состава и параметров лазерных систем различного назначения;

на уровне понимания:

- основ функционирования лазера как энергетической системы;

*умения:*

составление и анализ энергетического баланса лазера;

выполнение расчётов, подтверждающих работоспособность лазеров;

использование контрольно-измерительных приборов для измерения параметров лазера и лазерного излучения;

*навыки:*

численных оценок параметров лазерного излучения;

практической работы с лазерным излучением, лазерами, лазерной техникой, контрольно-измерительным оборудованием;

численных оценок процессов взаимодействия лазерного излучения со средами (атмосферой, водой, твёрдым телом).

## **ПК-1.1**

*знания:*

физических принципов устройства и действия лазеров различных типов;

физических принципов взаимодействия лазерного излучения со средами;

методик оценки характеристик лазерного излучения;

методик оценки состава и параметров лазерных систем различного назначения;

*умения:*

составление и анализ структурно-параметрических схем лазеров;

осуществлять корректный выбор лазеров для работы в составе конкретной оптико-электронной системы;

*навыки:*

численных оценок параметров лазерного излучения;

численных оценок процессов взаимодействия лазерного излучения со средами (атмосферой, водой, твёрдым телом).

## **ПК-1.3**

*знания:*

на уровне представлений:

- многообразия применений лазеров в различных отраслях народного хозяйства;

на уровне воспроизведения:

- методик оценки характеристик лазерного излучения;

на уровне понимания:

- принципов построения и применения лазерных систем различного назначения;

*умения:*

теоретические:

- составление и анализ структурно-параметрических схем лазеров

- осуществлять корректный выбор лазеров для работы в составе конкретной оптико-электронной системы;;

практические:

- выполнение расчётов, подтверждающих работоспособность лазеров;;

навыки:

численных оценок процессов взаимодействия лазерного излучения со средами (атмосферой, водой, твёрдым телом).

#### **ПК-1.5**

знания:

физических принципов взаимодействия лазерного излучения со средами;

методик оценки характеристик лазерного излучения;

методик оценки параметров взаимодействия лазерного излучения со средами;

методик оценки состава и параметров лазерных систем различного назначения;

умения:

составление и анализ энергетического баланса лазера;

выполнение расчётов, подтверждающих работоспособность лазеров;

использование контрольно-измерительных приборов для измерения параметров лазера и лазерного излучения;

навыки:

численных оценок параметров лазерного излучения;

численных оценок процессов взаимодействия лазерного излучения со средами (атмосферой, водой, твёрдым телом).

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ И ЛАЗЕРНЫХ ПРИБОРОВ, ЛАЗЕРНЫЕ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**.

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
- ПК-1.1 — Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем
- ПК-1.3 — Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

### 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	Лабораторный практикум		ОПК-3	ПК-1.1	ПК-1.3	ПК-1.5
3	6	<b>Раздел 1. Лазер – уникальный источник высококонцентрированной энергии.</b> 1.1. Коэффициент сосредоточенности тепловой энергии. Характеристики разных источников тепловой энергии. Физические принципы работы лазеров, активные среды и виды их накачки. Классификация и типы лазеров; 1.2. Физические свойства лазерного излучения, определяющие взаимодействие излучения с материалами; 1.3. Основы теории оптических резонаторов, классификация резонаторов. Модовый состав и качество излучения; 1.4. Лазеры, используемые в промышленности. Общие схемы технологических лазерных комплексов.	20	9	6	3	11	20	20	20	20
3	6	<b>Раздел 2. Активные среды и типы лазеров.</b> 2.1 Твердотельные активные среды и лазеры; 2.2 Полупроводниковые активные среды и лазеры; 2.3 Волоконные и жидкие активные среды и лазеры; 2.4 Газовые и другие активные среды и лазеры.	13	8	8	0	5	20	20	20	20
3	6	<b>Раздел 3. Типы накачки и режимы генерации лазерного излучения.</b> 3.1. Оптическая накачка; 3.2. Электрическая, химическая и тепловая накачка; 3.3. Резонаторы лазеров и волновая природа света; 3.4. Методы генерации лазерного излучения.	53	22	8	14	31	20	20	20	20
3	6	<b>Раздел 4. Взаимодействие излучения со средами.</b> 4.1. Характеристики п/п лазеров; 4.2. Распространение лазерного излучения в средах; 4.3 Нелинейные оптические эффекты.	10	6	6	0	4	20	20	20	20
3	6	<b>Раздел 5. Применения лазеров.</b> 5.1 Мобильные лазерные системы высокой мощности; 5.2 Лидары в системах дистанционного зондирования атмосферы; 5.3 Аддитивные технологии.	12	6	6	0	6	20	20	20	20
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100	100	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	100	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Лазер – уникальный источник высококонцентрированной энергии.	Физические основы лазеров	3
2	Раздел 3. Типы накачки и режимы генерации лазерного излучения.	Энергетические характеристики излучения лазера	3
3		Временные характеристики излучения лазера	3
4		Пространственные характеристики излучения	3
5		Спектральные характеристики излучения	3
6		Поляризационные характеристики излучения лазера	2
Всего за 6 семестр			17

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

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Лазер – уникальный источник высококонцентрированной энергии.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	6
2		Подготовка к выполнению и защите лабораторной	5

		работы «Физические основы лазеров»	
3	Раздел 2. Активные среды и типы лазеров.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	5
4	Раздел 3. Типы накачки и режимы генерации лазерного излучения.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	6
5		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Энергетические характеристики излучения лазера»	5
6		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Временные характеристики излучения лазера»	5
7		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Пространственные характеристики излучения»	5
8		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Поляризационные характеристики излучения лазера»	5
9		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Спектральные характеристики излучения»	5
10	Раздел 4. Взаимодействие излучения со средами.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	4
11	Раздел 5. Применения лазеров.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	6
<b>Всего за 6 семестр</b>			<b>57</b>

#### 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
6	ЛР, Отч. по ЛР	ЛР, Отч. по ЛР	Тест	Отч. по ЛР, ЛР	Тест	ДР	Тест	ЛР, Отч. по ЛР	Тест	ДР	Тест	ЛР, Отч. по ЛР	Тест	ЛР, Отч. по ЛР	Тест	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Тест – тест.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. . Лазеры: применения и приложения. СПб.: Лань, 2016, 16 экз.
2. А. С. Борейшо, Д. В. Клочков, М. А. Коняев. . Военные применения лазеров. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 20 экз.
3. А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. . Лазеры: устройство и действие. СПб.: Лань, 2016, 50 экз.
4. И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 39 экз.
5. М. А. Коняев. . Лазерное зондирование атмосферы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 43 экз.
6. О. Звелто. . Принципы лазеров. М.: Мир, 1990, эл. рес.

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

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
3. <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:

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. 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;
10. Установка для изучения поляризации света и электрооптического модулятора;
11. Радиочастотный оптический спектрометр;
12. Гониометр;
13. Установка для исследования полупроводниковых лазеров;
14. Стенд для изучения принципов работы эталонов Фабри-Перо;
15. Лабораторная установка для изучения спектральных свойств излучения.

### **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 **ОСНОВЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии*. 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-3 Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики методов и средств лазерных исследований и измерений;

ПК-1.1 Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем;

ПК-1.3 Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях;

ПК-1.5 Способен проводить численные оценки параметров лазерного излучения и процессов взаимодействия лазерного излучения со средами.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием системного представления о лазерах, их устройстве и действии, областях их практического применения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 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. Лазер – уникальный источник высококонцентрированной энергии.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	О. Звелто. . Принципы лазеров: М.: Мир, 1990 (1-3) А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2016 (1,2)	6
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Физические основы лазеров»		5
Итого по разделу 1		11
Раздел 2. Активные среды и типы лазеров.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2016 (5-8)	5
Итого по разделу 2		5
Раздел 3. Типы накачки и режимы генерации лазерного излучения.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2016 (3,4)	6
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Энергетические характеристики излучения лазера»		5
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Временные характеристики излучения лазера»		5
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Пространственные характеристики излучения»		5
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Поляризационные характеристики излучения лазера»		5
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Спектральные характеристики излучения»		5
Итого по разделу 3		31
Раздел 4. Взаимодействие излучения со средами.		
Изучение предусмотренных	А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. . Лазеры:	4

программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	устройство и действие: СПб.: Лань, 2016 (2, 9-11)	
Итого по разделу 4		4
<b>Раздел 5. Применения лазеров.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	<p>А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2016 (18)</p> <p>М. А. Коняев. . Лазерное зондирование атмосферы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (5, 6)</p> <p>А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. . Лазеры: применения и приложения: СПб.: Лань, 2016 (9, 11, 21)</p> <p>А. С. Борейшо, Д. В. Клочков, М. А. Коняев. . Военные применения лазеров: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (раздел 1)</p> <p>И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (раздел 2)</p>	6
Итого по разделу 5		6

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- тест;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- экзамен.

### 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.

#### 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.

#### 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.

Защита ЛР:

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

#### 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.

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.

#### Экзамен

Итоговый контроль по дисциплине проходит в форме экзамена. Допуск к экзамену оформляется при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий. Экзамен проводится в устной форме по билетам, выданным преподавателем. Студент должен подготовить ответы на два вопроса, пользуясь конспектом, составленным по материалам курса. Оценка «отлично» выставляется при развернутых и точных ответах на 2 теоретических вопроса. Оценка «хорошо» выставляется при точном и полном ответе на 1-ый теоретический вопрос, и неточном ответе на 2-ой теоретический вопрос.

Оценка «удовлетворительно» выставляется либо при правильном ответе на один теоретический вопрос.  
Оценка «неудовлетворительно» выставляется при неправильных ответах на теоретические вопросы.

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		ОПК-3	ПК-1.1	ПК-1.3	ПК-1.5	
3	6	Раздел 1. Лазер – уникальный источник высококонцентрированной энергии.	20	9	6	3	11	20	20	20	20	Тест, Лабораторная работа, Отчет по ЛР
3	6	Раздел 2. Активные среды и типы лазеров.	13	8	8	0	5	20	20	20	20	Тест
3	6	Раздел 3. Типы накачки и режимы генерации лазерного излучения.	53	22	8	14	31	20	20	20	20	Тест, Лабораторная работа, Отчет по ЛР
3	6	Раздел 4. Взаимодействие излучения со средами.	10	6	6	0	4	20	20	20	20	Тест
3	6	Раздел 5. Применения лазеров.	12	6	6	0	6	20	20	20	20	Тест
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	100	100	



## Оценочные материалы по дисциплине ОСНОВЫ 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**

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

В правильной последовательности расположите действия для измерения пространственных характеристик методом острого движущегося края.

- 1) Определить две поперечные координаты в которых нормированная мощность составляет  $1 - 1/e^2$  и  $1/e^2$ . Диаметр пучка - разница двух этих координат.
- 2) Найти коэффициенты аппроксимирующей функции диаметра от продольной координаты.
- 3) Измерить распределение мощности в поперечном сечении пучка.
- 4) Вычислить искомые пространственные характеристики по формулам.
- 5) Повторить измерения для нескольких точек вдоль оси распространения излучения.

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

В правильной последовательности расположите действия для измерения временных характеристик методом острого движущегося края.

- 1) Установите входное сопротивление 50 Ом
- 2) Установите быстрый фотодиод
- 3) Настройте масштаб по вертикальной и горизонтальной оси.
- 4) Установите диффузный рассеиватель излучения
- 5) Сохраните результат.
- 6) Подключите быстрый фотодиод к осциллографу

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

Какие лазеры являются твердотельными?

- 1) Cr:LiSAF
- 2) Ar
- 3) Nd:YAG
- 4) HeNe

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Диапазон видимого света на шкале электромагнитного излучения (согласно ISO 20473) располагается между:

Ответ запишите в формате: «от <минимальное значение> нм до <максимальное значение> нм», единицы измерения - нм.

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Диапазон ультрафиолетового излучения на шкале электромагнитного излучения (согласно ISO 20473) располагается между:

Ответ запишите в формате: «от <минимальное значение> нм до <максимальное значение> нм», единицы измерения - нм.

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

Значение  $M^2$  в случае реального лазерного луча всегда...

1.  $< 1$

2.  $= 1$

3.  $> 1$

4.  $= 0$

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

Что из перечисленного применяется для накачки волоконных лазеров:

1. импульсные лампы

2. электрический разряд

3. диодные лазеры

4. все перечисленные

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

Резонатор волоконных лазеров формируется...

1. решетками Брэгга

2. пластинами под углом Брюстера

3. ячейками Керра

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

За счет какой характеристики в лазерах на красителях возможно получение ультракоротких импульсов?

1. высокий КПД

2. широкие спектральные полосы излучения

3. большой коэффициент усиления

4. высокая концентрация активных частиц

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

Какие лазеры являются твердотельными?

1) Nd:YVO<sub>4</sub>

2) Cu - пары

3) HeCd

4) Рубиновый

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

Какие лазеры являются газовыми?

1) Cr:LiSAF

2) Ar

3) Nd:YAG

4) HeNe

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте прибор и измеряемые им характеристики лазерного излучения

1) Спектрометр с дифракционной решёткой

2) Измеритель мощности

3) Осциллограф

а) - средняя мощность

б) - центральная длина волны

в) - длительность импульса

№ 13 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте прибор и измеряемые им характеристики лазерного излучения

1) Интерферометр Фабри-Перо

2) Оптический профилометр на основе цифровой камеры

3) Осциллограф

а) - частота следования импульсов

б) - расходимость излучения

в) - число продольных мод

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

Какие из перечисленных ниже конфигураций характерны для устойчивого резонатора?

1. плоскопараллельный резонатор

2. конфокальный резонатор

3. полусферический резонатор

4. все вышеперечисленные

**ПК-1.1 - Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем**

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

В правильной последовательности расположите действия необходимые для измерения энергетических характеристик излучения.

1) В меню установите тип измерения "статистика".

2) Выберите спектральный диапазон.

3) Запустите измерения.

4) Настройте масштаб измеряемой энергии подбором (не допустим сигнал что датчик находится в насыщении)

5) Установите измеритель энергии.

6) Запишите среднее значение и стандартное отклонение измеренной величины.

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

В правильной последовательности расположите действия необходимые для измерения спектральных характеристик излучения.

1) Установить приёмный телескоп спектрометра.

2) Установить ослабитель излучения.

3) Сохранить темновой ток.

- 4) Настроить длительность экспозиции (недопустимо насыщение приёмника излучения).
- 5) Запустить измерения и сохранить результат.
- 6) Настроить количество усреднений.
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Чем можно компенсировать эллиптичность сечения луча диодного лазера?
1. сферическими линзами
  2. электрооптическим затвором
  3. цилиндрическими линзами
  4. плоскими зеркалами
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие лазеры являются газовыми?
- 1) Nd:YVO<sub>4</sub>
  - 2) Cu - пары
  - 3) HeCd
  - 4) Рубиновый
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие лазеры являются полупроводниковыми?
- 1) Yb:YAG
  - 2) AlGaAs/GaAs
  - 3) InGaAs/InP
  - 4) Рубиновый
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие лазеры являются полупроводниковыми?
- 1) HeCd
  - 2) HeNe
  - 3) InGaAs/GaAs
  - 4) InGaAlP/GaAs
- № 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Диапазон ближнего инфракрасного излучения на шкале электромагнитного излучения (согласно ISO 20473) располагается между:
- Ответ запишите в формате: «от <минимальное значение> нм до <максимальное значение> нм», единицы измерения - нм.
- № 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Диапазон среднего инфракрасного излучения на шкале электромагнитного излучения (согласно ISO 20473) располагается между:
- Ответ запишите в формате: «от <минимальное значение> нм до <максимальное значение> нм», единицы измерения - нм.
- № 9 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте спектральный диапазон с его наименованием (в соответствии с ISO 20473)

1) ближний ультра-фиолетовый

2) Видимый

3) Ближний инфра-красный

а) от 380 нм до 780 нм

б) от 315 нм до 380 нм

в) от 780 нм до 3000 нм

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте спектральный диапазон с его наименованием (в соответствии с ISO 20473)

1) дальний ультра-фиолетовый

2) средний ультра-фиолетовый

3) дальний инфра-красный

а) от 190 нм до 280 нм

б) от 50 000 нм до  $10^6$  нм

в) от 280 нм до 315 нм

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

Выберете лазеры, используемые для оптической накачки других лазерных сред.

1. матрицы лазерных диодов

2. импульсные твердотельные лазеры

3. включают в себя диодные лазеры, импульсные и непрерывные твердотельные лазеры, эксимерные лазеры, лазеры на парах металлов и т.п.

4. ни одни из них

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

Выберите виды модуляторов добротности резонатора.

1. механические

2. электрооптические

3. пассивные и активные

4. все вышеперечисленное

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

В каких резонаторах можно использовать модуляцию добротности?

1. устойчивых

2. неустойчивых

3. конфокальных

4. любых

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

Укажите все неоднородности активной среды, оказывающие влияние на качество излучения.

1. неоднородности показателя преломления
2. неоднородности плотности
3. неоднородности химического состава
4. все вышеперечисленные

**ПК-1.3 - Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях**

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

В правильном порядке расставьте действия необходимые для обработки данных с цифровой камеры при измерении профиля пучка.

- 1) Найти первый момент функции распределения мощности в поперечном сечении для двух ортогональных направлений.
- 2) Вычислить диаметр пучка.
- 3) Определить функцию распределения мощности в поперечном сечении для двух ортогональных направлений.
- 4) Найти второй момент функции распределения мощности в поперечном сечении для двух ортогональных направлений.

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

В правильном порядке расположите последовательность действий необходимых для измерения тонкой спектральной структуры с помощью интерферометра Фабри-Перо.

- 1) Измерить интерферограмму.
- 2) Определить количество максимумов внутри кольца.
- 3) Определить ширину интерференционных полос.
- 4) Вычислить интервал свободной дисперсии.
- 5) Вычислить ширину спектра.
- 6) Определить период интерференционной картины для двух соседних колец (центральное кольцо не учитывать).

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

Как изменяется пороговый ток полупроводниковых лазеров с ростом температуры?

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

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

Какие активные добавки (частицы), используются в твердотельных лазерах?

1. неодим
2. хром
3. титан
4. все вышеприведенные

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

Как изменяется эффективность полупроводниковых лазеров с ростом температуры?

- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) не меняется

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

Укажите тип лазерного диода, в котором используются брэгговские решетки, вытравленные непосредственно на поверхности активной среды

1. лазеры на квантовых ямах
2. вертикально-излучающие лазеры
3. лазеры с распределенной обратной связью
4. перестраиваемые лазеры

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

Определите тип полупроводникового лазера, который излучает одну продольную моду.

1. лазер с распределенной обратной связью
2. гомопереходный диодный лазер
3. гетеропереходный диодный лазер
4. вертикально-излучающие лазеры.

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

Назовите основные составляющие лазера (без которых лазер не будет работать).

- 1) активная среда
- 2) накачка
- 3) резонатор
- 4) система контроля

№ 9 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте длину волны и частоту излучения (скорость света принять равной  $3 \times 10^8$  м/с)

- 1) 1000 нм
- 2) 500 нм
- 3) 300 нм
- а)  $6 \times 10^{14}$  Гц
- б)  $3 \times 10^{14}$  Гц
- в)  $1 \times 10^{15}$  Гц

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

Перечислите все процессы, которые учитываются в четырёхуровневом твердотельном лазере с оптической накачкой при описании его с помощью скоростных уравнений.

- 1) спонтанное излучение
- 2) вынужденное излучение
- 3) поглощение излучения накачки

4) четырехволновое смешение

5) потери излучения внутри резонатора

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

Какие процессы позволяют получать кратные частоты частоте генерации лазерного излучения?

1) эффект Керра

2) эффект Поккельса

3) удвоение частоты

4) утроение частоты

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

Излучение какого из следующих газовых лазеров имеет самую короткую длину волны?

1. лазер на диоксиде углерода

2. гелий-неоновый лазер

3. гелий-кадмиевый лазер

4. аргон-фторный лазер

№ 13 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Диапазон дальнего инфракрасного излучения на шкале электромагнитного излучения (согласно ISO 20473) располагается между:

Ответ запишите в формате: «от <минимальное значение> мкм до <максимальное значение> мкм», единицы измерения - мкм.

№ 14 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Дайте определение ширине спектральной полосы по уровню половины максимальной мощности.

№ 15 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте спектральный диапазон с его наименованием (в соответствии с ISO 20473)

1) экстремальный ультра-фиолетовый

2) видимый

3) средний инфра-красный

а) от 380 нм до 780 нм

б) от 3000 нм до 50 000 нм

в) от 1 нм до 100 нм

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

Продолжите фразу: "Освещенность облучаемой лазерным лучом поверхности ..."

Варианты ответа:

1. равна плотности мощности излучения на этой поверхности

2. равна плотности мощности на единицу телесного угла

3. равна полной мощности, достигшей поверхности

4. прямо пропорциональна расходимости луча

**ПК-1.5 - Способен проводить численные оценки параметров лазерного излучения и процессов взаимодействия лазерного излучения со средами**



- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
От чего зависит разрешающая способность измерения спектральных свойств лазерного излучения методом фотоэлектрического смещения?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Для каких измерений применяют интерферометр Фабри-Перо.
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие  
Сопоставьте длину волны и частоту излучения (скорость света принять равной  $3 \times 10^8$  м/с)
- 1) 5000 нм
  - 2) 1500 нм
  - 3) 900 нм
  - а)  $6 \times 10^{13}$  Гц
  - б)  $3,3 \times 10^{14}$  Гц
  - в)  $2 \times 10^{14}$  Гц
- № 4 Прочитайте текст и установите последовательность  
Расположите в правильной последовательности порядок действий необходимых для настройки осциллографа.
- 1) Поставить автоматическую установку параметров.
  - 2) Настроить параметры синхронизации.
  - 3) Настроить масштаб по вертикальной и горизонтальной осям.
  - 4) Выбрать входное сопротивление.
  - 5) Выбрать канал.
  - 6) Настроить уровень порога срабатывания.
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность  
Расположите в порядке возрастания энергии фотоны с длиной волны:
- 1) 1064 нм
  - 2) 1,3 мкм
  - 3) 1500 нм
  - 4) 441 нм
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Где устанавливается модулятор добротности?
- 1. внутри резонатора
  - 2. вне резонатора
  - 3. внутри активной среды
  - 4. сразу за выходным зеркалом резонатора
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие из характеристик являются временными?
- 1) параметр качества  $M^2$
  - 2) джиттер

- 3) скважность
- 4) яркость
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие эффекты позволяют получать режим модуляции добротности?
- 1) Поккельса
- 2) Керра
- 3) Насыщения поглощения
- 4) пиковый режим генерации
- № 9 Прочитайте текст и установите соответствие
- Сопоставьте энергию фотона и его частоту (постоянную планка принять равной  $6,6 \times 10^{-34}$  Дж с)
- 1)  $3 \times 10^{14}$  Гц
- 2)  $1 \times 10^{15}$  Гц
- 3)  $2 \times 10^{14}$  Гц
- а)  $6,6 \times 10^{-19}$  Дж
- б)  $1,3 \times 10^{-19}$  Дж
- в)  $2 \times 10^{-19}$  Дж
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какой из перечисленных лазеров не может быть классифицирован как химический?
1. HF-лазер
2. газодинамический CO<sub>2</sub>-лазер на горении
3. кислородно-йодный лазер
4. DF-лазер
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какой из лазеров называют лазером с тепловой накачкой?
1. CO<sub>2</sub>-газодинамический лазер
2. лазер на парах металлов
3. рентгеновский лазер
4. ионный лазер
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Что из перечисленного можно использовать для классификации диодных лазеров по типу накачки?
1. инжекционные
2. с оптической накачкой
3. с накачкой пучком быстрых электронов
4. все вышеперечисленные
- № 13 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор

ответов

Какие из характеристик являются пространственными?

- 1) параметр качества  $M^2$
- 2) джиттер
- 3) скважность
- 4) расходимость

№ 14 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Перечислите элементы экспериментальной установки для измерения временных характеристик мощного импульсного лазерного излучения.

Ответ дайте в формате: «Для измерения временных характеристик мощного импульсного лазерного излучения необходимо использовать: <элемент1>, ... <элементN>»

№ 15 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какое измерительное оборудование стоит использовать для измерения спектрального распределения мощности с низкой точностью?

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

В каком случае применяют неустойчивый резонатор?

1. лазерной среды с высоким коэффициентом усиления
2. большого объема активной среды
3. необходимости меньшей чувствительности к разъюстровкам
4. всех вышеперечисленных