

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Страхов С.Ю.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

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	диф. зач.

*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 составил:

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА

Киселев Игорь Алексеевич, к.т.н., доцент, 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 ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

## **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-1.1 — 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 схмотехническом и элементном уровнях

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПК-1.1**

*знания:*

на уровне представлений:

- физические свойства лазерного излучения и поглощение излучения разными материалами;
- основные методы лазерной технологии;
- энергетические особенности процессов лазерной технологии;
- особенности лазерных субтрактивных технологий;
- особенности лазерной сварки и закалки;
- особенности лазерного легирования и наплавки;
- особенности лазерных аддитивных технологий;
- особенности лазерной фотолитографии;
- основные физические процессы лазерной технологии;

на уровне понимания:

- пониманию принципов взаимодействия лазерного излучения с веществом;

- требования к характеристикам промышленных лазерных комплексов предназначенных для резки и сварки;

- основы проектирования промышленных лазерных комплексов на базе различных типов лазеров;

*умения:*

оценивать необходимость и целесообразность применения методов лазерной технологии для обработки конкретных деталей;

*навыки:*

назначать режимы лазерной обработки конструкционных материалов;

выбирать лазерное технологическое оборудование для обработки материалов методами лазерной технологии;

пользования типовыми программными продуктами для решения проектных и научных задач.

## **ПК-1.3**

*знания:*

энергетических особенностей процессов лазерной технологии;

основных физических процессов лазерной технологии;

принципов взаимодействия лазерного излучения с веществом;

требований к характеристикам промышленных лазерных комплексов предназначенных для резки и сварки;

основ проектирования промышленных лазерных комплексов на базе различных типов лазеров;

*умения:*

оценивать параметры оптических, гидродинамических, теплофизических и механических явлений в лазерных технологических процессах;

оценивать необходимость и целесообразность применения методов лазерной технологии для обработки конкретных деталей;

*навыки:*

владения методиками расчета нагрева тела при воздействии лазерного излучения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ ОПТИКИ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**.

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
- 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

### 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		ПК-1.1	ПК-1.3
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.	15	10	8	2	5	25	25
3	6	<b>Раздел 2. Взаимодействие лазерного излучения с обрабатываемым материалом.</b> 2.1. Физические основы теории взаимодействия лазерного излучения с веществом. 2.2. Коэффициенты отражения и поглощения лазерного излучения при взаимодействии с разными материалами. 2.3. Влияние поляризации излучения, энергетических и временных параметров излучения лазера на взаимодействие с металлами. 2.4. Общая характеристика методов обработки металлов и зависимость вида лазерной обработки от плотности мощности и длительности воздействия.	16	8	6	2	8	25	25
3	6	<b>Раздел 3. Лазерные технологии, используемые в промышленности.</b> 3.1. Лазерная резка: физические процессы, виды, оборудование. 3.2. Лазерная сварка металлов: физические процессы, виды, оборудование. 3.3. Лазерная наплавка: основные теплофизические и гидродинамические процессы. Гибридные технологии наплавки. 3.4. Лазерная термообработка. 3.5. Термодформация в металлах при воздействии лазерного излучения. 3.6. Специальные виды лазерных технологий.	42	22	12	10	20	25	25
3	6	<b>Раздел 4. Оборудование универсальных лазерных технологических комплексов.</b> 4.1. Схема и главные конструктивные узлы лазерных технологических комплексов. 4.2. Твердотельные лазеры и технологические комплексы на их основе. 4.3. Волоконные лазеры и технологические комплексы на их основе. 4.4. Газовые электроразрядные лазеры на основе самостоятельного и несамостоятельного разряда. Импульсные и непрерывные СО2 лазеры 4.5. Универсальные технологические комплексы на основе мощных СО2 лазеров.	35	11	8	3	24	25	25
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	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.	Резонатор и юстировка лазера. Модовый состав и качество излучения лазера.	2
2	Раздел 2. Взаимодействие лазерного излучения с обрабатываемым материалом.	Энергетические и временные параметры излучения лазера, измерение плотности мощности в фокальном пятне.	2
3	Раздел 3. Лазерные технологии, используемые в промышленности.	Оборудование и режимы лазерной резки, структура поверхности реза.	4
4		Оборудование и режимы лазерной сварки, микроструктура шва.	4
5		Лазерная закалка металла, микроструктура поверхности после закалки.	2
6	Раздел 4. Оборудование универсальных лазерных технологических комплексов.	Устройство и режимы работы твердотельных и волоконных лазеров.	3
<b>Всего за 6 семестр</b>			17

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

№	Номер и наименование	Содержание учебного задания	Объем,
---	----------------------	-----------------------------	--------

п/п	раздела дисциплины		часов
1	Раздел 1. Лазер – уникальный источник высококонцентрированной энергии.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	3
2		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Резонатор и юстировка лазера. Модовый состав и качество излучения лазера».	2
3	Раздел 2. Взаимодействие лазерного излучения с обрабатываемым материалом.	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Энергетические и временные параметры излучения лазера, измерение плотности мощности в фокальном пятне».	2
4		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	6
5	Раздел 3. Лазерные технологии, используемые в промышленности.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	11
6		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Оборудование и режимы лазерной резки, структура поверхности реза».	3
7		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Оборудование и режимы лазерной сварки, микроструктура шва».	3
8		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Лазерная закалка металла, микроструктура поверхности после закалки».	3
9	Раздел 4. Оборудование универсальных лазерных технологических комплексов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	4
10		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Устройство и режимы работы газоразрядных, твердотельных и волоконных лазеров».	3
11		Подготовка к итоговому коллоквиуму.	17
Всего за 6 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
6			ЛР, Отч. по ЛР				ДР		ЛР, Отч. по ЛР			ДР				ЛР, Отч. по ЛР			ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Г. Григорьянц. . Основы лазерной обработки материалов. М.: Машиностроение, 1989, 17 экз.
2. А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. . Лазерные аддитивные технологии в машиностроении. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018, эл. рес.
3. А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. . Лазеры: устройство и действие. СПб.: Лань, 2016, эл. рес.
4. В. П. Вейко, Е. А. Шахно. . Сборник задач по лазерным технологиям. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003, 20 экз.
5. В. П. Вейко, Е. А. Шахно. . Сборник задач по лазерным технологиям. СПб.: Изд-во СПб ГУ ИТМО, 2007, эл. рес.
6. Г. А. Баранов, А. В. Астахов, А. К. Зинченко. . Мощные технологические СО2-лазерные комплексы на основе поперечного самостоятельного разряда. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2005, 5 экз.
7. И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 39 экз.
8. М. Н. Либенсон, Е. Б. Яковлев, Г. Д. Шандыбина ; ред. В. П. Вейко ; СПб гос. ун-т информ. технологий, механики и оптики. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика). Ч. I Поглощение лазерного излучения в веществе. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 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. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
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»;
- <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. Измеритель мощности Ophir Vega с измерительными головками;
4. Осциллограф цифровой АКИП-4116/2;
5. Комплект нелинейных кристаллов;
6. Спектрометр Avantes Avaspec 2048;
7. Камера Ophir Spiricon SP620U.

### **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 **ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений 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*:

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.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физическими основами теории поглощения и отражения лазерного излучения, с основным технологическим оборудованием и конструктивными узлами универсальных лазерных технологических комплексов и лазерными технологиями, используемыми сегодня в промышленности.

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.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

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.
<b>Раздел 1. Лазер – уникальный источник высококонцентрированной энергии.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1)	3
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Резонатор и юстировка лазера. Модовый состав и качество излучения лазера».	А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2016 (часть 3) В. П. Вейко, Е. А. Шахно. . Сборник задач по лазерным технологиям: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (раздел 1)	2
Итого по разделу 1		5
<b>Раздел 2. Взаимодействие лазерного излучения с обрабатываемым материалом.</b>		
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Энергетические и временные параметры излучения лазера, измерение плотности мощности в фокальном пятне».	И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1) В. П. Вейко, Е. А. Шахно. . Сборник задач по лазерным технологиям: СПб.: Изд-во СПб ГУ ИТМО, 2007 (часть 3) А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2016 (часть 3)	2
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	М. Н. Либенсон, Е. Б. Яковлев, Г. Д. Шандыбина ; ред. В. П. Вейко ; СПб гос. ун-т информ. технологий, механики и оптики. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика). Ч. I Поглощение лазерного излучения в веществе: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (часть 2)	6
Итого по разделу 2		8
<b>Раздел 3. Лазерные технологии, используемые в промышленности.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	А. Г. Григорьянц. . Основы лазерной обработки материалов: М.: Машиностроение, 1989 (5) И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2)	11
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Оборудование и режимы лазерной резки, структура поверхности реза».	А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. . Лазерные аддитивные технологии в машиностроении: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018 (3)	3
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Оборудование и режимы		3

лазерной сварки, микроструктура шва».		
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Лазерная закалка металла, микроструктура поверхности после закалки».		3
Итого по разделу 3		20
Раздел 4. Оборудование универсальных лазерных технологических комплексов.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2) Г. А. Баранов, А. В. Астахов, А. К. Зинченко. . Мощные технологические СО2-лазерные комплексы на основе поперечного самостоятельного разряда: СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2005 (все) А. С. Бореишо, С. В. Ивакин. . Лазеры: устройство и действие: СПб.: Лань, 2016 (9, 11)	4
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Устройство и режимы работы газоразрядных, твердотельных и волоконных лазеров».		3
Подготовка к итоговому коллоквиуму.		17
Итого по разделу 4		24

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

#### 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.

Критерии оценивания:

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

- правильное выполнение всех пунктов (задач), предусмотренных заданием;
- правильное построение и оформление в соответствии с требованиями государственных стандартов ЕСКД графиков для всех получаемых в ходе выполнения задания характеристик.

Защита ЛР:

Защита ЛР предусматривает обсуждение результатов выполнения задания, 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 вариантом.

#### Дифференцированный зачет

Зачет включает в себя ответ на теоретические вопросы.

Оценка «зачтено-отлично» выставляется при развернутых и точных ответах на 2 теоретических вопроса.

Оценка «зачтено-хорошо» выставляется при точном и полном ответе на 1-ый теоретический вопрос, и неточном ответе на 2-ой теоретический вопрос.

Оценка «зачтено-удовлетворительно» выставляется либо при правильном ответе на один теоретический вопрос.

Оценка «не зачтено» 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		ПК-1.1	ПК-1.3	
3	6	Раздел 1. Лазер – уникальный источник высококонцентрированной энергии.	15	10	8	2	5	25	25	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
3	6	Раздел 2. Взаимодействие лазерного излучения с обрабатываемым материалом.	16	8	6	2	8	25	25	Отчет по ЛР, Лабораторная работа
3	6	Раздел 3. Лазерные технологии, используемые в промышленности.	42	22	12	10	20	25	25	Отчет по ЛР
3	6	Раздел 4. Оборудование универсальных лазерных технологических комплексов.	35	11	8	3	24	25	25	Отчет по ЛР, Лабораторная работа
Всего за 6 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**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 соответствие

Установите соответствие между режимами работы лазеров и их описаниями.

### Режимы работы лазеров

### Описания

- |                |   |
|----------------|---|
| 1. Непрерывный | А. Лазер излучает серию импульсов с определённой частотой       |
| 2. Импульсный  | Б. Лазер излучает свет непрерывно в течение длительного времени |
|                | В. Лазер излучает одиночные импульсы с высокой энергией         |
|                | Г. Лазер излучает свет с переменной длиной волны                |

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что такое лазерное скрайбирование?

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Как характеризуется прочность сварного шва при лазерной сварке с глубоким проплавлением?

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между процессами лазерной обработки и их характеристиками.

### Процессы лазерной обработки

### Характеристики

- |                    |  |
|--------------------|--|
| 1. Лазерная сварка | А. Используется для создания тонких рисок или надрезов на поверхности материала                  |
| 2. Лазерная резка  | Б. Процесс, при котором материал нагревается до температуры плавления без интенсивного испарения |
|                    | В. Процесс, при котором материал испаряется под воздействием лазерного излучения                 |
|                    | Г. Процесс, при котором материал нагревается до температуры плавления с интенсивным испарением   |

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите в правильном порядке этапы анализа задачи по проектированию лазерной системы для резки металлов.

1. Определение требований к мощности и режиму работы лазера
2. Анализ свойств материала, подлежащего резке
3. Выбор типа лазера и оптической системы
4. Оценка эффективности и безопасности процесса

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

Какие режимы работы лазеров применяются в лазерной технологии?

1. непрерывный
2. импульсный
3. импульсно-периодический
4. все перечисленные

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

Какое действие света используется в лазерной технологии?

1. биологическое

2. термическое
3. фотоэлектрическое
4. все перечисленные

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

Как изменяется размер зоны термического влияния при увеличении скорости движения пятна лазерного излучения по поверхности тела?

1. увеличивается
2. уменьшается
3. не изменяется
4. зона термического влияния отсутствует

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

Какие процессы могут использоваться для лазерной сварки?

1. Плавление и испарение
2. Абляция
3. Нагрев без оплавления поверхности
4. Плавление без интенсивного испарения

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

Какие факторы влияют на коэффициент отражения поверхности при лазерной обработке?

1. Материал
2. Шероховатость поверхности
3. Нанесённые покрытия
4. Температура воздействия

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

Какие процессы могут использоваться для лазерной микрообработки?

1. Метод непосредственного экспонирования
2. Метод проекции шаблона
3. Метод термического напыления
4. Метод химического травления

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите в правильном порядке этапы анализа задачи по проектированию лазерной системы для сварки.

1. Определение необходимости использования присадочного материала
2. Анализ требований к прочности и качеству сварного шва
3. Выбор режима работы лазера (непрерывный, импульсный и т.д.)
4. Оценка необходимости дополнительного охлаждения зоны сварки

**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 запишите развернутый обоснованный ответ

Какова плотность мощности лазерного излучения на поверхности металлического тела, при которой возникает оптический пробой в газе?

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Как изменяется размер зоны термического влияния при увеличении скорости движения пятна лазерного излучения по поверхности тела?

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между процессами лазерной обработки и их описаниями.



**Процессы  
лазерной  
обработки**

**Описания**

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 1. Лазерная наплавка       | А. Процесс, при котором материал удаляется с поверхности с помощью лазерного излучения                      |
| 2. Лазерное скрайбирование | Б. Процесс, при котором материал нагревается до температуры плавления с добавлением присадочного материала  |
|                            | В. Процесс, при котором материал нагревается до температуры плавления без добавления присадочного материала |
|                            | Г. Процесс, при котором материал нагревается для создания тонких рисок или надрезов                         |

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите в правильном порядке этапы процесса лазерной сварки с глубоким проплавлением.

1. Образование парогазового канала
2. Нагрев материала до температуры плавления
3. Кристаллизация расплава
4. Испарение материала

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между типами лазеров и их применением в лазерных технологиях.

**Типы лазеров**

**Применение**

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| 1. Nd:YAG                  | А. Используется в фотолитографии               |
| 2. CO <sub>2</sub> -лазеры | Б. Применяются для резки и сварки металлов     |
|                            | В. Используются в медицинских лазерах          |
|                            | Г. Применяются для прецизионной микрообработки |

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите в правильном порядке этапы процесса лазерного сверления отверстий методом холодной абляции.

1. Образование плазмы
2. Испарение материала
3. Охлаждение зоны обработки
4. Фокусировка лазерного излучения на поверхности материала

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

Как изменяется энерговклад излучения в обрабатываемый материал при возникновении плазменного факела?

1. увеличивается
2. уменьшается
3. не изменяется
4. энерговклад отсутствует

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

Как изменяется размер зерен стали с увеличением скорости охлаждения при лазерной закалке?

1. увеличивается
2. уменьшается
3. не изменяется
4. зерна отсутствуют

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

Какое положение фокуса обеспечит максимальную глубину при процессе лазерного сверления отверстия?

1. На небольшом расстоянии за поверхностью материала
2. На поверхности материала
3. Перед поверхностью материала
4. Глубоко за поверхностью материала

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

Какие типы лазеров могут применяться для фотолитографии?

1. CO<sub>2</sub>-газоразрядные
2. Аргоновые
3. Эксимерные
4. Полупроводниковые

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

Какие способы подачи присадочного материала могут использоваться при лазерной наплавке?

1. С помощью шликерных обмазок
2. С помощью порошковых питателей
3. С помощью проволочных питателей
4. С помощью газовой подачи

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

Какие схемы управления лазерным лучом применяют в лазерных технологических установках?

1. Схема с постоянной длиной оптического пути
2. Схема с переменной длиной оптического пути
3. Комбинированная схема
4. Схема с фиксированным углом падения