

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Страхов С. Ю.
 ФИО
 «___» _____ 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: 2024

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:

| |
|---|
| ПСК-1.1 — способность к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем |
| ПСК-1.3 — способность 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:

ПСК-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:

выбирать лазерное технологическое оборудование для обработки материалов методами лазерной технологии;

пользования типовыми программными продуктами для решения проектных и научных задач;

назначать режимы лазерной обработки конструкционных материалов.

ПСК-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
- ПСК-1.1 — Способен к анализу задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем
- ПСК-1.3 — Способен к расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схмотехническом 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 | | ПСК-1.1 | ПСК-1.3 |
| 3 | 6 | Раздел 1. Лазер – уникальный источник высококонцентрированной энергии. 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 | 20 | 10 |
| 3 | 6 | Раздел 2. Взаимодействие лазерного излучения с обрабатываемым материалом. 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 | 20 | 15 |
| 3 | 6 | Раздел 3. Лазерные технологии, используемые в промышленности. 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. Термомодеформация в металлах при воздействии лазерного излучения. 3.6. Специальные виды лазерных технологий. | 42 | 22 | 12 | 10 | 20 | 30 | 25 |
| 3 | 6 | Раздел 4. Оборудование универсальных лазерных технологических комплексов. 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 несамоостоятельного разряда. Импульсные и непрерывные CO ₂ лазеры. 4.5. Универсальные технологические комплексы на основе мощных CO ₂ лазеров. | 35 | 11 | 8 | 3 | 24 | 30 | 50 |
| 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 |
| Всего за 6 семестр | | | 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/> — 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 - 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*:

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

ПСК-1.3 способность 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. |
|---|---|--------------------|
| Раздел 1. Лазер – уникальный источник высококонцентрированной энергии. | | |
| 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 |
| 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». | 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 |
| Раздел 3. Лазерные технологии, используемые в промышленности. | | |
| 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 | | ПСК-1.1 | ПСК-1.3 | |
| | | | | | | | | | | |
| 3 | 6 | Раздел 1. Лазер – уникальный источник высококонцентрированной энергии. | 15 | 10 | 8 | 2 | 5 | 20 | 10 | Лабораторная работа, Отчет по ЛР |
| 3 | 6 | Раздел 2. Взаимодействие лазерного излучения с обрабатываемым материалом. | 16 | 8 | 6 | 2 | 8 | 20 | 15 | Отчет по ЛР, Лабораторная работа |
| 3 | 6 | Раздел 3. Лазерные технологии, используемые в промышленности. | 42 | 22 | 12 | 10 | 20 | 30 | 25 | Отчет по ЛР |
| 3 | 6 | Раздел 4. Оборудование универсальных лазерных технологических комплексов. | 35 | 11 | 8 | 3 | 24 | 30 | 50 | 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 | |

Критерии оценивания

ПСК-1.1

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Как характеризуется прочность сварного шва при лазерной сварке с глубоким проплавлением?
- № 2 *В ответе сравните прочность сварного шва и прочность основного металла.*
Как образуются горячие трещины?
- № 3 *Ответ сформулируйте следующим образом: «Горячие трещины образуются <условие>»*
Как образуются холодные трещины?
- № 4 *Ответ сформулируйте следующим образом: «Холодные трещины образуются <условие>»*
От каких факторов зависит коэффициент отражения поверхности?
- № 5 *Ответ дайте в формате: «Коэффициент отражения поверхности зависит от: <фактор1>, <фактор2>, ... <факторN>.»*
Что такое лазерное скрайбирование?
- № 6 *Ответ дайте в формате: «Лазерное скрайбирование это <определение>.»*
Какова плотность мощности лазерного излучения на поверхности металлического тела, при которой возникает плавление поверхности? (В ответе укажите степень десяти, т. е. числа «X»: 10^X Вт/см²)
- № 7 Какова глубина проникновения лазерного излучения в металл? (В ответе укажите число, размерность единиц - миллиметры)
- № 8 Как изменяется пропускающая способность металлов при повышении частоты падающей на них электро-магнитной волны выше значения плазменной (ленгмюровской) частоты?
- № 9 Какова скорость охлаждения сталей при лазерной закалке с оплавлением поверхности? Размерность «К/с». (в ответе укажите диапазон в формате X1-X2, где X1 — степень десяти для нижней границы, X2 — степень десяти для верхней границы; К примеру, если диапазон составляет 10^0 — 10^1 , то записать нужно 0-1)
- № 10 Какова плотность мощности лазерного излучения на поверхности металлического тела, при которой возникает эрозия? (В ответе укажите степень десяти, т. е. числа «X»: 10^X Вт/см²)
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Какие режимы работы лазеров применяются в лазерной технологии?
1. непрерывный
 2. импульсный
 3. импульсно-периодический
 4. все перечисленные
- № 2 Какое действие света используется в лазерной технологии?
1. биологическое
 2. термическое
 3. фотоэлектрическое
 4. все перечисленные
- № 3 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

- № 4 Какие процессы используются для сварки в режиме теплопроводности?
1. плавление и испарение
 2. абляция
 3. нагрев без оплавления поверхности
 4. плавление без интенсивного испарения
- № 5 В каком режиме осуществляется лазерное термоупрочнение?
1. нагрев без оплавления поверхности
 2. нагрев с оплавлением поверхности
 3. ни при каком из перечисленных
 4. при любом из перечисленных
- № 6 В каком режиме осуществляется лазерная резка?
1. плавление и испарение
 2. окисление
 3. при любом из перечисленных
 4. ни при каком из перечисленных
- № 7 В каком режиме осуществляется лазерная резка?
1. нагрев без оплавления поверхности
 2. нагрев с оплавлением поверхности
 3. ни при каком из перечисленных
 4. при любом из перечисленных
- № 8 Для каких видов лазерной обработки применяется лазерная эрозия?
1. сварка
 2. термообработка
 3. наплавка
 4. прошивка (сверление) отверстий
- № 9 Какие процессы используются для сварки в режиме глубокого проплавления?
1. плавление и испарение
 2. абляция
 3. нагрев без оплавления поверхности
 4. плавление без интенсивного испарения
- № 10 Какими из перечисленных методов осуществляется лазерная микрообработка?
1. метод непосредственного экспонирования
 2. метод проекции шаблона
 3. всеми перечисленными
 4. ни одним из перечисленных

ПСК-1.3

Вопросы открытого типа:

- № 1 Вычислите характерную длину теплопроводности для пластины из стали 0X17T (теплопроводность 25 Вт/(м·град) при 20°C), при длительности воздействия лазерного излучения 0,1 секунда. *Ответ дайте в миллиметрах, округлив до целого значения.*
- № 2 Вычислите характерную длину теплопроводности для пластины из стали Сталь 10 (теплопроводность 83 Вт/(м·град) при 27°C), при длительности воздействия лазерного излучения 0,01 секунда. *Ответ дайте в миллиметрах, округлив до целого значения.*
- № 3 Вычислите характерную длину теплопроводности для пластины из стали 0X17T (теплопроводность 25 Вт/(м·град) при 20°C), при длительности воздействия лазерного излучения 0,01 секунда. *Ответ дайте в миллиметрах, округлив до целого значения.*
- № 4 Вычислите характерную длину теплопроводности для пластины из стали Сталь 10

- (теплопроводность 83 Вт/(м·град) при 27°C), при длительности воздействия лазерного излучения 0,001 секунда. *Ответ дайте в миллиметрах, округлив до целого значения.*
- № 5 Вычислите характерную длину теплопроводности для пластины из стали 12Х2МФСР (теплопроводность 33 Вт/(м·град) при 20°C), при длительности воздействия лазерного излучения 1 микросекунда. *Ответ дайте в миллиметрах, округлив до целого значения.*
- № 6 Какая пластина считается термически тонкой?
- Ответ дайте в формате: «Термически тонкой является такая пластина, для которой <условие>»*
- № 7 Какое тело может считаться полубесконечным при решении задачи теплопроводности?
- Ответ дайте в формате: «Тело может считаться полубесконечным, если <условие>»*
- № 8 Какие схемы управления лазерным лучом применяют в лазерных технологических установках?
- Ответ сформулируйте в формате: «Для управления лазерным лучом в лазерных технологических установках применяют схемы: <схема1>, <схема2>, ... <схемаN>.»*
- № 9 В каких случаях лазерной обработки материалов (для сталей типа 20, 45 и т.п.), наблюдается столбчато-дендритное строение (преимущественный рост главных осей дендритов)?
- В ответе необходимо указать режим работы лазера, характер энергии в импульсе (большая, или маленькая), длительность импульса (большая, или маленькая), а также привести пример характерного лазера (не указывая модель).*
- № 10 Как можно предотвратить образование окислов при лазерном сверлении отверстий?
- Ответ дайте в формате: «Для предотвращения образования окислов при лазерном сверлении отверстий необходимо: <условие 1>, <условие2>, ... <условие N>.»*
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Какие аберрации оказывают наибольшее влияние на форму пятна излучения при использовании сферической оптики?
1. ахроматизм
 2. кома
 3. сферическая
 4. дисторсия
- № 2 Как изменяется расходимость лазерного излучения при увеличении числа генерируемых мод?
1. увеличивается
 2. уменьшается
 3. не изменяется
 4. расходимость отсутствует
- № 3 Как изменяется расходимость лазерного излучения заданной длины волны с увеличением выходной апертуры излучателя?
1. увеличивается
 2. уменьшается
 3. не изменяется
 4. расходимость отсутствует
- № 4 С какой целью подается технологический газ при газолазерной резке?
1. для удаления расплава из зоны резки

2. для охлаждения обрабатываемого материала
3. для удаления вредных примесей
4. для всех перечисленных целей
- № 5 За счет чего образуется и поддерживается парогазовый канал при сварке с глубоким проплавлением?
1. за счет сил давления паров металла
2. за счет сил поверхностного натяжения
3. за счет обеих перечисленных сил
4. парогазовый канал не образуется
- № 6 Какие бывают способы лазерного сверления?
1. прямой, обратный, реверсный, циклический
2. возвратно-поступательный
3. ударный, кольцевой, моноимпульсный, шаблонный
4. все перечисленные
- № 7 Каким способом подается присадочный материал на упрочняемую поверхность при лазерной наплавке?
1. с помощью шликерных обмазок
2. с помощью порошковых питателей
3. любым из перечисленных способов
4. ни одним из перечисленных способов
- № 8 Какие типы лазеров наиболее часто применяются в лазерной технологии?
1. ИАГ:Nd³⁺ , CO₂-ЭРЛ и волоконные
2. He-Ne
3. CO₂-ГДЛ
4. ХКЙЛ и HF-НХЛ
- № 9 Какие типы фокусирующих оптических систем применяют в лазерной технологии?
1. линзовые
2. зеркальные
3. все перечисленные
4. ни один из перечисленных
- № 10 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