

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Страхов С. Ю.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

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 составили:

Кафедра И1 ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА
Евдокимов Иван Михайлович, к.т.н., 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

ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

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 воспроизведения:

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;

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;

умения:

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

выбирать лазер и необходимое оборудование для решения конкретной технологической задачи;

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:

на уровне представлений:

энергетические особенности процессов лазерной технологии;

на уровне воспроизведения:

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;

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

навыки:

владеть методиками расчета нагрева тела при воздействии лазерного излучения;

пользования типовыми программными продуктами для решения проектных и научных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ** 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, ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

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
- 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 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		ПСК-1.1	ПСК-1.3
3	6	Раздел 1. Общие сведения о лазерной технологии и лазерном оборудовании. 1.1 Основные методы лазерной технологии. Энергетические особенности процессов лазерной технологии. Место лазерных технологий среди прочих энергетических методов обработки материалов. 1.2 Лазерное технологическое оборудование. Технологические лазеры. Манипуляторы. Технологические установки. Технологические комплексы.	12	8	6	2	4	15	10
3	6	Раздел 2. Оптические схемы лазерной обработки. 2.1 Резонаторы технологических лазеров. Зеркальные и линзовые фокусирующие системы и объективы. 2.2 Аберрации в лазерной технологии.	8	4	4	0	4	15	10
3	6	Раздел 3. Основные физические процессы лазерной технологии. 3.1 Поглощение излучения конструкционными материалами. 3.2 Взаимодействие излучения с веществом. Нагрев полубесконечного тела неподвижным источником. Нагрев термически тонких пластин неподвижным источником. Нагрев полубесконечного тела движущимся источником. Нагрев термически тонких пластин движущимся источником. 3.3 Плавление под действием лазерного излучения. Лазерная эрозия. Лазерная плазма.	25	13	6	7	12	10	20
3	6	Раздел 4. Лазерные субтрактивные технологии (лазерное разделение материалов). 4.1 Лазерная резка. 4.2 Лазерное сверление. 4.3 Лазерная гравировка и маркировка. Лазерная очистка поверхности. 4.4 Основные принципы и способы. Устройство станков, применяемые лазеры.	22	14	6	8	8	10	15
3	6	Раздел 5. Лазерная сварка и закалка. 5.1 Классификация лазерной сварки. 5.2 Оборудование для лазерной сварки. 5.3 Физические процессы при лазерной сварке малых толщин. Физические процессы при лазерной сварке с глубоким проплавлением. Критерии эффективности лазерной сварки. Деформации и напряжения, возникающие при лазерной сварке. Горячее и холодное трещинообразование при сварке. Особенности сварки различных материалов. 5.4 Лазерная закалка. Структурные превращения в металлах под действием лазерного излучения. Лазерная закалка без фазовых превращений. Лазерная закалка с оплавлением поверхности.	10	4	4	0	6	10	20
3	6	Раздел 6. Лазерное легирование и наплавка. 6.1 Теплофизические процессы при лазерном легировании и наплавке. 6.2 Гидродинамические процессы при лазерном легировании и наплавке. 6.3 Технологические параметры и показатели лазерного легирования. Устройства подачи присадок. Расчет эжекторного питателя.	8	2	2	0	6	10	10
3	6	Раздел 7. Лазерные аддитивные технологии. 7.1 Основные принципы и способы. 7.2 Устройство станков, применяемые лазеры. 7.3 Преимущества аддитивных технологий.	8	2	2	0	6	10	5
3	6	Раздел 8. Лазерная фотолитография. 8.1 Основные принципы и способы. 8.2 Устройство станков, применяемые лазеры.	8	2	2	0	6	10	5
3	6	Раздел 9. Лазерная микрообработка. 9.1 Операции, применяемые в лазерной микрообработке. 9.2 Методы лазерной микрообработки. 9.3 Устройство станков, применяемые лазеры.	7	2	2	0	5	10	5
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. Общие сведения о лазерной технологии и лазерном оборудовании.	Измерение плотности мощности излучения технологического лазера	2
2	Раздел 3. Основные физические процессы лазерной технологии.	Влияние режимов работы лазера на пробитие отверстий	3
3		Влияние толщины образца лазера на пробитие отверстий	4
4	Раздел 4. Лазерные субтрактивные технологии (лазерное разделение материалов).	Влияние режимов работы лазера на очищение поверхности	4
5		Влияние загрязняющего материала лазера на очищение поверхности	4
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. Общие сведения о лазерной технологии и лазерном оборудовании.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	2
2		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Измерение плотности мощности излучения технологического лазера»	2
3	Раздел 2. Оптические схемы лазерной обработки.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	2
4		Выполнение индивидуального домашнего задания	2
5	Раздел 3. Основные физические процессы лазерной технологии.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	2
6		Выполнение индивидуального домашнего задания	6
7		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Влияние режимов работы лазера на пробитие отверстий»	2
8		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Влияние толщины образца лазера на пробитие отверстий»	2
9	Раздел 4. Лазерные субтрактивные технологии (лазерное разделение материалов).	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	4
10		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Влияние режимов работы лазера на очищение поверхности»	2
11		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Влияние загрязняющего материала лазера на очищение поверхности»	2
12	Раздел 5. Лазерная сварка и закалка.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	2
13		Выполнение индивидуального домашнего задания	4
14	Раздел 6. Лазерное легирование и наплавка.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	6
15	Раздел 7. Лазерные аддитивные технологии.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	6
16	Раздел 8. Лазерная фотолитография.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	6
17	Раздел 9. Лазерная микрообработка.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	5
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	Тест	ЛР, Отч. по ЛР	ДЗ	Тест	ДР	ДЗ	Тест	ЛР, Отч. по ЛР	ДР	ДЗ	Тест	ЛР, Отч. по ЛР	ДЗ	Тест	ДР	диф. зач.	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Тест – тест;

- ЛР – лабораторная работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- ДЗ – домашнее задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. Технологические процессы лазерной обработки. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2008, эл. рес.
2. А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. . Технологические процессы лазерной обработки. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006, эл. рес.
3. В. П. Вейко ; СПб гос. ун-т информ. технологий, механики и оптики. Опорный конспект лекций по курсу "Физико-технические основы лазерных технологий". Разд. [II] Технологические лазеры и лазерное излучение. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
4. И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 39 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Металловедение и термическая обработка металлов.

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 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Mathcad Education - University Edition Term;
2. Matlab 2015a SP1.

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. Комплект оптики;
2. Лазер твердотельный, Nd:YAG;
3. Лазер юстировочный ЛГН;
4. Mathcad Education - University Edition Term.

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 **ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ** 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 различными областями технологического применения лазерных систем.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

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

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. Общие сведения о лазерной технологии и лазерном оборудовании.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. Технологические процессы лазерной обработки: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2008 (1,2,9) И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1.1)	2
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Измерение плотности мощности излучения технологического лазера»	В. П. Вейко ; СПб гос. ун-т информ. технологий, механики и оптики. Опорный конспект лекций по курсу "Физико-технические основы лазерных технологий". Разд. [II] Технологические лазеры и лазерное излучение: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1)	2
Итого по разделу 1		4
Раздел 2. Оптические схемы лазерной обработки.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. Технологические процессы лазерной обработки: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2008 (1,2) В. П. Вейко ; СПб гос. ун-т информ. технологий, механики и оптики. Опорный конспект лекций по курсу "Физико-технические основы лазерных технологий". Разд. [II] Технологические лазеры и лазерное излучение: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1.2-1.4)	2
Выполнение индивидуального домашнего задания	И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1.1)	2
Итого по разделу 2		4
Раздел 3. Основные физические процессы лазерной технологии.		
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 (1.2) А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. . Технологические процессы лазерной обработки: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006 (2,3)	2
Выполнение индивидуального домашнего задания	В. П. Вейко ; СПб гос. ун-т информ. технологий, механики и оптики. Опорный конспект лекций по курсу "Физико-технические основы лазерных технологий". Разд. [II] Технологические лазеры и лазерное излучение: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1.1)	6
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Влияние режимов работы лазера на пробитие отверстий»		2
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы		2

«Влияние толщины образца лазера на пробитие отверстий»		
Итого по разделу 3		12
Раздел 4. Лазерные субтрактивные технологии (лазерное разделение материалов).		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. . Технологические процессы лазерной обработки: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006 (7, 8) И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2.1, 2.3, 2.4)	4
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Влияние режимов работы лазера на очищение поверхности»		2
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы «Влияние загрязняющего материала лазера на очищение поверхности»		2
Итого по разделу 4		8
Раздел 5. Лазерная сварка и закалка.		
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 (2.2) А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. . Технологические процессы лазерной обработки: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006 (4, 6)	2
Выполнение индивидуального домашнего задания		4
Итого по разделу 5		6
Раздел 6. Лазерное легирование и наплавка.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. . Технологические процессы лазерной обработки: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006 (5) И. М. Евдокимов, А. В. Федин. . Лазерные технологии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (2.6)	6
Итого по разделу 6		6
Раздел 7. Лазерные аддитивные технологии.		
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 (2.8)	6
Итого по разделу 7		6
Раздел 8. Лазерная фотолитография.		
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 (2.7)	6
Итого по разделу 8		6
Раздел 9. Лазерная микрообработка.		
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 (2.5)	5
Итого по разделу 9		5

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Защита ЛР:

Защита ЛР предусматривает обсуждение результатов выполнения задания, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории.

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.

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.

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.

Домашнее задание

Решения домашних заданий представляются в печатной или рукописной форме. Допускается выполнение расчетов «вручную» или использование систем автоматизации математических расчетов. Каждое задание содержит набор исходных данных в соответствии с темой индивидуального задания.

Критерии оценивания:

Домашнее задание считается выполненным успешно (принимается) при следующих условиях:

- правильное выполнение всех пунктов (задач), предусмотренных заданием;
- правильное оформление всех результатов в соответствии с требованиями государственных стандартов.

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.

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. Общие сведения о лазерной технологии и лазерном оборудовании.	12	8	6	2	4	15	10	Тест, Лабораторная работа, Отчет по ЛР
3	6	Раздел 2. Оптические схемы лазерной обработки.	8	4	4	0	4	15	10	Тест, Домашнее задание
3	6	Раздел 3. Основные физические процессы лазерной технологии.	25	13	6	7	12	10	20	Тест, Домашнее задание, Лабораторная работа, Отчет по ЛР
3	6	Раздел 4. Лазерные субтрактивные технологии (лазерное разделение материалов).	22	14	6	8	8	10	15	Тест, Лабораторная работа, Отчет по ЛР
3	6	Раздел 5. Лазерная сварка и закалка.	10	4	4	0	6	10	20	Тест, Домашнее задание
3	6	Раздел 6. Лазерное легирование и наплавка.	8	2	2	0	6	10	10	Тест
3	6	Раздел 7. Лазерные аддитивные технологии.	8	2	2	0	6	10	5	Тест
3	6	Раздел 8. Лазерная фотолинтография.	8	2	2	0	6	10	5	Тест
3	6	Раздел 9. Лазерная микрообработка.	7	2	2	0	5	10	5	Тест
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 в сравнении с прочностью основного металла?
- № 2 Под действием чего образуются горячие трещины?
- № 3 Под действием чего образуются холодные трещины?
- № 4 От каких факторов зависит коэффициент отражения поверхности?
- № 5 Что такое лазерное скрайбирование?
- № 6 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 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)
- № 8 Каков порядок глубины проникновения лазерного излучения в металл? (В ответе укажите число, размерность единиц - миллиметры)
- № 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 Как изменяется пропускающая способность металлов при повышении частоты падающей на них электро-магнитной волны выше значения плазменной (ленгмюровской) частоты?
- 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 В каком режиме осуществляется лазерная гравировка?
1. плавление
 2. испарение
 3. абляция
 4. всеми перечисленными

ПСК-1.3

Вопросы открытого типа:

- № 1 Как можно предотвратить образование окислов при лазерном сверлении отверстий?

Ответ дайте в формате: «Для предотвращения образования окислов при лазерном сверлении отверстий необходимо: <условие 1>, <условие 2>, ... <условие N>.»

- № 2 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).
- № 3 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>.»
- № 4 Какое тело может считаться полубесконечным при решении задачи теплопроводности?
- Ответ дайте в формате: «Тело может считаться полубесконечным, если <условие>»
- № 5 Какая пластина считается термически тонкой?
- Ответ дайте в формате: «Термически тонкой является такая пластина, для которой <условие>»
- № 6 С какой целью подается технологический газ при газолазерной резке?
- № 7 За счет чего образуется и поддерживается парогазовый канал при сварке с глубоким проплавлением?
- № 8 Каким способом подается присадочный материал на упрочняемую поверхность при лазерной наплавке?
- № 9 Какое положение фокуса обеспечит максимальную глубину при процессе лазерного сверления отверстия?
- № 10 При каком положении фокуса относительно поверхности наблюдается коническая форма отверстия?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Какими из перечисленных методов осуществляется лазерная микрообработка?
1. метод непосредственного экспонирования
 2. метод проекции шаблона
 3. всеми перечисленными
 4. ни одним из перечисленных
- № 2 Каковы основные преимущества аддитивных технологий?
1. возможность изготовления сложных изделий
 2. сокращение времени выхода на рынок новых изделий
 3. снижение трудоемкости изготовления прототипов изделий
 4. все перечисленные
- № 3 Какова плотность мощности лазерного излучения на поверхности металлического тела, при которой возникает оптический пробой в газе?
1. $10^4 \dots 10^5$ Вт/см²
 2. $10^5 \dots 10^6$ Вт/см²
 3. $10^6 \dots 10^7$ Вт/см²
 4. $>10^8$ Вт/см²
- № 4 Как изменяется энерговклад излучения в обрабатываемый материал при возникновении плазменного факела?
1. увеличивается
 2. уменьшается
 3. не изменяется

4. энерговклад отсутствует
- № 5 Как изменяется размер зерен стали с увеличением скорости охлаждения при лазерной закалке?
1. увеличивается
 2. уменьшается
 3. не изменяется
 4. зерна отсутствуют
- № 6 В каком режиме осуществляется сварка с глубоким проплавлением?
1. непрерывным излучением при плотности мощности 10^5 - 10^6 Вт/см²
 2. импульсно-периодическим излучением при плотности мощности 10^6 - 10^7 Вт/см²
 3. любым из перечисленных
 4. ни одним из перечисленных
- № 7 В каком режиме осуществляется сварка малых толщин?
1. непрерывным излучением при плотности мощности 10^5 - 10^6 Вт/см²
 2. одиночными импульсами при плотности мощности 10^5 - 10^6 Вт/см²
 3. любым из перечисленных
 4. ни одним из перечисленных
- № 8 Для какого из материалов требуется наименьшая энергия в импульсе для лазерного сверления отверстий при прочих равных?
1. Феррит
 2. Аустенит
 3. Латунь
 4. Высокоглиноземистая керамика
- № 9 Какие типы фокусирующих оптических систем применяют в лазерной технологии?
1. линзовые
 2. зеркальные
 3. все перечисленные
 4. ни один из перечисленных
- № 10 Какие бывают способы лазерного сверления?
1. прямой, обратный, реверсный, циклический
 2. возвратно-поступательный
 3. ударный, кольцевой, моноимпульсный, шаблонный
 4. все перечисленные