

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 15.03.01 Машиностроение

Наименование образовательной программы: Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Вариативная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.В.13.05.02
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	8 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	8 семестр - 42 часа;
<b>Практические занятия</b>	8 семестр - 14 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	8 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	8 семестр - 85,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Коллоквиум Лабораторная работа Контрольная работа Расчетно-графическая работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	8 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2020**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Овечников С.А.
	Идентификатор	R8f25bf1e-OvechnikovSA-a943abe

С.А. Овечников

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Петров П.Ю.
	Идентификатор	R653adc76-PetrovPY-f1c0c784

П.Ю. Петров

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Драгунов В.К.
	Идентификатор	R75d71719-DragunovVK-00c02b9f

В.К. Драгунов

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение широко применяемых в энергомашиностроении основных технологий сварки с использованием концентрированных источников энергии (электронный луч, лазерный луч) и основных видов оборудования, используемого для этих целей

### Задачи дисциплины

- приобретение знаний об основных технологиях наплавки/сварки/резки с использованием концентрированных источников энергии (электронный луч, лазерный луч), широко применяемых в энергомашиностроении;
- приобретение знаний о видах оборудования, используемого при реализации основных процессов с использованием концентрированных источников энергии (электронный луч, лазерный луч), широко применяемых в энергомашиностроении;
- приобретение навыков расчета режимов и анализа получаемых результатов при использовании широко применяемых в энергомашиностроении концентрированных источников энергии (электронный луч, лазерный луч);
- приобретение навыков подбора необходимого оборудования для реализации процессов с использованием широко применяемых в энергомашиностроении концентрированных источников энергии (электронный луч, лазерный луч).

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-4 умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении		знать: - влияние параметров электронного луча (развертки) на формирование сварных швов; - особенности выбора оптимального режима ЭЛС на технологическом комплексе; - особенности работы сварочной электронной пушки; - особенности вакуумной системы электронно-лучевой установки; - основные технологии лазерной наплавки/сварки/резки, широко применяемые в энергомашиностроении; - основные параметры режима ЭЛС и их влияние на геометрию сварного шва, особенности технологии электронно-лучевой наплавки/сварки, широко применяемые в энергомашиностроении.  уметь: - осуществлять подбор режимов для реализации основных процессов с использованием концентрированных источников энергии (лазерный луч), широко применяемых в энергомашиностроении; - объяснять процессы, происходящие при работе сварочной электронной

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		пушки; - осуществлять выбор необходимых параметров электронного луча (на примере разверток) для получения требуемого формирования сварных швов; - осуществлять расчет режимов ЭЛС и оценивать геометрические параметры сварного шва.
ПК-23 готовностью выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов с использованием типовых методов контроля качества выпускаемой продукции		знать: - основные виды лазерного оборудования, используемого при реализации процессов наплавки/сварки/резки, широко применяемых в энергомашиностроении.  уметь: - осуществлять расчет и подбор элементов вакуумной системы электронно-лучевой установки; - выбирать оптимальный режим ЭЛС на технологическом комплексе; - производить подбор основного оборудования, необходимого для реализации основных процессов с использованием концентрированных источников энергии (лазерный луч), широко применяемых в энергомашиностроении.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов (далее – ОПОП), направления подготовки 15.03.01 Машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать - Закономерности термомодеформационных процессов, происходящих при сварке плавлением;
- знать - Закономерности физико-химических и металлургических процессов, происходящих при различных способах сварки плавлением;
- знать - Основные закономерности формирования сварных соединений и методы исследования их свойств;
- знать - Закономерности структурно-фазовых превращений в материалах, применяемых при создании сварных конструкций в энергомашиностроении
- знать - основы технологической подготовки производства как составной части жизненного цикла изделия;
- знать - основные принципы разработки технологических процессов

- уметь - Определять остаточные напряжения и деформации, возникающие при сварке конструкций из сталей и сплавов различных структурных классов;
- уметь - Прогнозировать химический состав сварных соединений, полученных различными способами сварки;
- уметь - Выбирать основные и сварочные материалы для изготовления сварных конструкций, а также режимы сварки обеспечивающие повышение сопротивляемости сварных соединений образованию горячих трещин;
- уметь - Применять способы повышения сопротивляемости сварных соединений образованию холодных трещин, а также стабилизации структуры, формы и размеров сварных конструкций
- уметь - принимать обоснованные технические решения при разработке технологии производства энергетических машин;
- уметь - принимать обоснованные технические решения для обеспечения характеристик качества изготовления деталей

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Оборудование, применяемое для электронно-лучевой обработки материалов	24	8	8	-	6	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Оборудование, применяемое для электронно-лучевой обработки материалов" и подготовка к лабораторной работе "Особенности работы сварочной электронной пушки"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Оборудование, применяемое для электронно-лучевой обработки материалов" и подготовка к лабораторной работе "Вакуумная система электронно-лучевой установки (ЭЛУ)"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материалов по разделу "Оборудование, применяемое для электронно-лучевой обработки материалов" и подготовка к текущему контролю (коллоквиуму № 1 "Оборудование, применяемое для электронно-лучевой обработки материалов")</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 47-83 [3], 3-15</p>	
1.1	Оборудование, применяемое для электронно-лучевой обработки материалов	24		8	-	6	-	-	-	-	-	-	10		-
2	Основы технологии электронно-лучевой	34		10	-	8	-	-	-	-	-	-	16		-

	сварки и термообработки													электронно-лучевой сварки и термообработки" и выполнение РГР "Расчет режимов ЭЛС и геометрических параметров сварного шва"
2.1	Основы технологии электронно-лучевой сварки и термообработки	34	10	-	8	-	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Основы технологии электронно-лучевой сварки и термообработки" и подготовка к лабораторной работе "Влияние параметров развертки электронного пучка на формирование сварных швов"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Основы технологии электронно-лучевой сварки и термообработки" и подготовка к лабораторной работе "Выбор оптимальных режимов ЭЛС на технологическом комплексе"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материалов по разделу "Основы технологии электронно-лучевой сварки и термообработки" и подготовка к текущему контролю (коллоквиуму № 2 "Основы технологии электронно-лучевой сварки и термообработки")</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 7-46 [3], 16-30</p>
3	Оборудование, применяемое для лазерной обработки материалов	22	10	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение материалов по разделу "Оборудование, применяемое для лазерной обработки материалов" и подготовка к текущему контролю (коллоквиуму № 2 "Оборудование, применяемое для лазерной обработки материалов")</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных</u></b></p>
3.1	Оборудование, применяемое для лазерной обработки материалов	22	10	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><b><u>Изучение материалов литературных</u></b></p>

													<u>источников:</u> [1], 17-30, 33-37, 38-41
4	Основы технологии лазерной обработки материалов	28	14	-	-	-	-	-	-	-	14	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение материалов по разделу "Основы технологии электронно-лучевой сварки и термообработки" и подготовка к текущему контролю (коллоквиуму № 2 "Основы технологии электронно-лучевой сварки и термообработки")
4.1	Основы технологии лазерной обработки материалов	28	14	-	-	-	-	-	-	-	14	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 286-299, 333-347, 367-385, 523-535
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	42	-	14	-	2	-	-	0.5	52	33.5	
	Итого за семестр	144.0	42	-	14		2		-	0.5		85.5	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация



### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Оборудование, применяемое для электронно-лучевой обработки материалов

##### 1.1. Оборудование, применяемое для электронно-лучевой обработки материалов

Классификация процессов и оборудования для термической электронно-лучевой обработки материалов. Основные тенденции развития электронно-лучевого технологического оборудования. Понятие вакуума. Вакуумные системы технологических электронно-лучевых установок. Вакуумные насосы, принцип их согласования. Технологические электронные пушки (с катодом прямого накала и косвенного подогрева). Катодный узел. Работа ускоряющего промежутка пушки. Физические основы генерации электронных пучков и конструктивные особенности технологических электронных пушек. Классификация способов формирования электронных пучков и управления их характеристиками. Конструкции электронно-лучевых технологических установок для сварки и термообработки. Системы управления электронно-лучевых технологических установок.

#### 2. Основы технологии электронно-лучевой сварки и термообработки

##### 2.1. Основы технологии электронно-лучевой сварки и термообработки

Электронный луч как инструмент для технологической обработки материалов (возможности по сравнению с другими источниками, достоинства, недостатки). Основные энергетические параметры источников КПЭ. Основные закономерности и особенности взаимодействия концентрированных потоков энергии (электронный луч, луч лазера, струя низкотемпературной плазмы, сжатая электрическая дуга, ионные пучки) с твердым телом при осуществлении процессов сварки, резки, сверления, модифицирования. Физические процессы, протекающие при воздействии электронного луча на материалы. Глубина пробега электронов в материале (формула Шонланда, формула Канаи и Окаэмы). Потери энергии в газовой и конденсированной средах. Среднее расстояние, проходимое электроном в газе (вакууме). Параметры режима ЭЛС (ускоряющее напряжение, ток пучка, скорость сварки, ток фокусировки, остаточное давление в камере, расстояние от пушки до изделия), их теоретический расчет и экспериментальный подбор. Применение разверток. Особенности формирования глубокого парогазового канала при ЭЛС. Дефекты, свойственные процессу ЭЛС. Технологические схемы и конструкции соединений для ЭЛС. Основные технологические приемы, используемые при ЭЛС.

#### 3. Оборудование, применяемое для лазерной обработки материалов

##### 3.1. Оборудование, применяемое для лазерной обработки материалов

Достоинства лазерного излучения, позволяющие использовать его как КПЭ. Общие принципы действия лазера и условия, необходимые для осуществления его работы. Конструктивные особенности используемых лазеров (твердотельных, газовых, волоконных), их принцип действия. Основные свойства лазерного излучения, его пространственная и временная структура. Параметры лазерного излучения и их теоретический расчет.

#### 4. Основы технологии лазерной обработки материалов

##### 4.1. Основы технологии лазерной обработки материалов

Взаимодействие лазерного излучения с материалами. Термическое воздействие лазерного излучения на материал. Классификация методов лазерной обработки. Упрочнение поверхности лазерным излучением. Лазерное легирование и наплавка. Лазерная сварка материалов. Обработка отверстий лазерным излучением. Резка лазерным излучением. Лазерное скрайбирование и термораскалывание.

### 3.3. Темы практических занятий

1. Техничко-экономические показатели изготовления машины (6 часов);;
2. Техническое задание (2 часа);;
3. Технологичность конструкции (4 часа);;
4. Расчет припусков и предельных размеров (4 часа);;
5. Проектирование технологического процесса ( 10 часов);;
6. Основы базирования (2 часа);;
7. Проектирование станочных приспособлений (8 часов);;
8. Статистический анализ точности технологического процесса (2 часа);;
9. Основы анализа кинематической структуры технологического оборудования (4 часов);
10. Показатели качества изготовления детали (2 часа);;
11. Размерный анализ технологического процесса (4 часов);;
12. Структура технологического процесса (2 часа);.

### 3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Аудиторные консультации проводятся еженедельно по тематике курсового проекта. Каждый студент получает индивидуальную тему курсового проекта. Тематика курсовых проектов посвящена рассмотрению различных видов технологии обработки материалов (сварка, резка, наплавка, термообработка) и необходимого для выполнения рассматриваемого процесса оборудования
2. Аудиторные консультации проводятся еженедельно по тематике курсового проекта. Каждый студент получает индивидуальную тему курсового проекта. Тематика курсовых проектов посвящена рассмотрению различных видов технологии обработки материалов (сварка, резка, наплавка, термообработка) и необходимого для выполнения рассматриваемого процесса оборудования
3. Аудиторные консультации проводятся еженедельно по тематике курсового проекта. Каждый студент получает индивидуальную тему курсового проекта. Тематика курсовых проектов посвящена рассмотрению различных видов технологии обработки материалов (сварка, резка, наплавка, термообработка) и необходимого для выполнения рассматриваемого процесса оборудования
4. Аудиторные консультации проводятся еженедельно по тематике курсового проекта. Каждый студент получает индивидуальную тему курсового проекта. Тематика курсовых проектов посвящена рассмотрению различных видов технологии обработки материалов (сварка, резка, наплавка, термообработка) и необходимого для выполнения рассматриваемого процесса оборудования

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Групповые консультации по данному разделу проводятся перед экзаменом
2. Групповые консультации по данному разделу проводятся перед экзаменом
3. Групповые консультации по данному разделу проводятся перед экзаменом
4. Групповые консультации по данному разделу проводятся перед экзаменом

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
основные параметры режима ЭЛС и их влияние на геометрию сварного шва, особенности технологии электронно-лучевой наплавки/сварки, широко применяемые в энергомашиностроении	ОПК-4(Компетенция)		+			Коллоквиум/Коллоквиум № 1. "Технология ЭЛС"
основные технологии лазерной наплавки/сварки/резки, широко применяемые в энергомашиностроении	ОПК-4(Компетенция)				+	Коллоквиум/Коллоквиум № 3. "Основы технологии лазерной обработки материалов"
особенности вакуумной системы электронно-лучевой установки	ОПК-4(Компетенция)	+				Лабораторная работа/Лабораторная работа № 1. Вакуумная система сварочной электронно-лучевой установки (ЭЛУ)
особенности работы сварочной электронной пушки	ОПК-4(Компетенция)	+				Лабораторная работа/Лабораторная работа № 2. Особенности работы сварочной электронной пушки
особенности выбора оптимального режима ЭЛС на технологическом комплексе	ОПК-4(Компетенция)		+			Лабораторная работа/Лабораторная работа № 3. Выбор оптимальных режимов ЭЛС на технологическом комплексе
влияние параметров электронного луча (развертки) на формирование сварных швов	ОПК-4(Компетенция)		+			Лабораторная работа/Лабораторная работа № 4. Влияние параметров развертки электронного пучка на формирование сварных швов
основные виды лазерного оборудования, используемого при реализации процессов наплавки/сварки/резки, широко применяемых в энергомашиностроении	ПК-23(Компетенция)				+	Коллоквиум/Коллоквиум № 2. "Оборудование, применяемое для лазерной обработки материалов"

<b>Уметь:</b>					
осуществлять расчет режимов ЭЛС и оценивать геометрические параметры сварного шва	ОПК-4(Компетенция)	+			Расчетно-графическая работа/Расчетно-графическая работа (РГР) "Расчет режимов ЭЛС и геометрических параметров сварного шва"
осуществлять выбор необходимых параметров электронного луча (на примере разверток) для получения требуемого формирования сварных швов	ОПК-4(Компетенция)		+		Лабораторная работа/Лабораторная работа № 4. Влияние параметров развертки электронного пучка на формирование сварных швов
объяснять процессы, происходящие при работе сварочной электронной пушки	ОПК-4(Компетенция)	+			Лабораторная работа/Лабораторная работа № 2. Особенности работы сварочной электронной пушки
осуществлять подбор режимов для реализации основных процессов с использованием концентрированных источников энергии (лазерный луч), широко применяемых в энергомашиностроении	ОПК-4(Компетенция)			+	Контрольная работа/Контрольная работа. "Основы технологии лазерной обработки материалов"
производить подбор основного оборудования, необходимого для реализации основных процессов с использованием концентрированных источников энергии (лазерный луч), широко применяемых в энергомашиностроении	ПК-23(Компетенция)			+	Контрольная работа/Контрольная работа. "Оборудование, применяемое для лазерной обработки материалов"
выбирать оптимальный режим ЭЛС на технологическом комплексе	ПК-23(Компетенция)		+		Лабораторная работа/Лабораторная работа № 3. Выбор оптимальных режимов ЭЛС на технологическом комплексе
осуществлять расчет и подбор элементов вакуумной системы электронно-лучевой установки	ПК-23(Компетенция)	+			Лабораторная работа/Лабораторная работа № 1. Вакуумная система сварочной электронно-лучевой установки (ЭЛУ)

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**8 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Коллоквиум № 1. "Технология ЭЛС" (Коллоквиум)
2. Коллоквиум № 2. "Оборудование, применяемое для лазерной обработки материалов" (Коллоквиум)
3. Коллоквиум № 3. "Основы технологии лазерной обработки материалов" (Коллоквиум)
4. Контрольная работа. "Оборудование, применяемое для лазерной обработки материалов" (Контрольная работа)
5. Контрольная работа. "Основы технологии лазерной обработки материалов" (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Расчетно-графическая работа (РГР) "Расчет режимов ЭЛС и геометрических параметров сварного шва" (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Лабораторная работа № 1. Вакуумная система сварочной электронно-лучевой установки (ЭЛУ) (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа № 2. Особенности работы сварочной электронной пушки (Лабораторная работа)
3. Лабораторная работа № 3. Выбор оптимальных режимов ЭЛС на технологическом комплексе (Лабораторная работа)
4. Лабораторная работа № 4. Влияние параметров развертки электронного пучка на формирование сварных швов (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №8)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Григорьянц, А. Г. Технологические процессы лазерной обработки : учебное пособие для вузов по специальности "Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов" направления "Машиностроительные технологии и оборудование" / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006 . – 664 с. - ISBN 5-7038-2701-9 .;

2. Слива, А. П. Основы технологии электронно-лучевой сварки : учебное пособие по курсам "Технология обработки материалов КПЭ" и "Оборудование и технология сварки плавлением" по направлениям 15.03.01 "Машиностроение", 13.03.03 "Энергетическое машиностроение" / А. П. Слива, Р. В. Родякина, Е. В. Терентьев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 84 с. - ISBN 978-5-7046-2125-6 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10702>;
3. Федоров Б. М., Мисюров А. И., Смирнова Н. А.- "Технология и оборудование электронно-лучевой обработки" Ч. 1, Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2009 - (36 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=58499](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58499).

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНИТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
12. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Б-103, Учебная аудитория каф. "ТМ"	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-029, Лаборатория дуговой и контактной сварки	парта, стол преподавателя, стул, шкаф, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	А-029, Лаборатория дуговой и контактной сварки	парта, стол преподавателя, стул, шкаф, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-103, Учебная аудитория каф. "ТМ"	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер

Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Б-103, Учебная аудитория каф. "ТМ"	парта, стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-06а/2, Склад кафедры ТМ	вешалка для одежды

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Оборудование и технология сварки плавлением

(название дисциплины)

#### 8 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Коллоквиум № 1. "Технология ЭЛС" (Коллоквиум)
- КМ-2 Лабораторная работа № 1. Вакуумная система сварочной электронно-лучевой установки (ЭЛУ) (Лабораторная работа)
- КМ-3 Коллоквиум № 2. "Оборудование, применяемое для лазерной обработки материалов" (Коллоквиум)
- КМ-4 Контрольная работа. "Оборудование, применяемое для лазерной обработки материалов" (Контрольная работа)
- КМ-5 Лабораторная работа № 2. Особенности работы сварочной электронной пушки (Лабораторная работа)
- КМ-6 Лабораторная работа № 3. Выбор оптимальных режимов ЭЛС на технологическом комплексе (Лабораторная работа)
- КМ-7 Коллоквиум № 3. "Основы технологии лазерной обработки материалов" (Коллоквиум)
- КМ-8 Контрольная работа. "Основы технологии лазерной обработки материалов" (Контрольная работа)
- КМ-9 Лабораторная работа № 4. Влияние параметров развертки электронного пучка на формирование сварных швов (Лабораторная работа)
- КМ-10 Расчетно-графическая работа (РГР) "Расчет режимов ЭЛС и геометрических параметров сварного шва" (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ -1	КМ -2	КМ -3	КМ -4	КМ -5	КМ -6	КМ -7	КМ -8	КМ -9	КМ -10
		Неделя КМ:	6	8	9	9	10	12	13	13	14	14
1	Оборудование, применяемое для электронно-лучевой обработки материалов											
1.1	Оборудование, применяемое для электронно-лучевой обработки материалов			+			+					+
2	Основы технологии электронно-лучевой сварки и термообработки											
2.1	Основы технологии электронно-лучевой сварки и		+					+			+	



	термообработки										
3	Оборудование, применяемое для лазерной обработки материалов										
3.1	Оборудование, применяемое для лазерной обработки материалов			+	+						
4	Основы технологии лазерной обработки материалов										
4.1	Основы технологии лазерной обработки материалов							+	+		
Вес КМ, %:		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10