

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1158908	Лазерные и плазменные технологии обработки материалов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Разработка материалов для сварки, наплавки и напыления	Код ОП 1. 15.04.01/33.02
Направление подготовки 1. Машиностроение	Код направления и уровня подготовки 1. 15.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Матушкин Анатолий Владимирович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	технологии сварочного производства

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Лазерные и плазменные технологии обработки материалов

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из трех дисциплин: «Лазерные технологии модифицирования и прототипирования», «Технология лазерной сварки и резки», «Технология плазменной сварки и резки» и направлен на формирование способности осуществлять выбор, разработку, освоение и совершенствование технологий лазерной и плазменной поверхностной обработки металлических сплавов применяя знания, умения и навыки в области влияния лазерных и комбинированных обработок на химический и фазовый состав, структуру, напряженное состояние и свойства металлов и сплавов.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Лазерные технологии модифицирования и прототипирования	3
2	Технология лазерной сварки и резки	6
3	Технология плазменной резки и сварки	3
ИТОГО по модулю:		12

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Лазерные технологии модифицирован	ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты,	З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых

<p>ия и прототипирован ия</p>	<p>системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>технических объектов, систем, технологических процессов</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности</p>
	<p>ПК-3 - Способность устанавливать технические требования к основному и сварочным материалам, свойствам и качеству сварного соединения, проводить анализ причин брака продукции и принимать меры по их устранению</p>	<p>З-1 - Объяснять особенности металлургических и тепловых процессов при основных способах сварки, причины изменения структуры и свойств металла в зависимости от металлургических процессов, особенности образования сварного соединения при сварке плавлением и давлением и влияние технологических параметров сварки на технологическую и эксплуатационную прочность и специальные свойства сварных соединений;</p> <p>У-1 - Проводить исследование процесса распространения тепла при действии подвижных источников, микроструктуры металла шва и зоны термического влияния при сварке, наличия неметаллических включений в сварных швах; проводить анализ влияния скорости охлаждения, способа сварки и химического состава на структуру и свойства сварных соединений, выполнять прогноз характера металлургических процессов, их влияния на химический и фазовый состав металла и свойства сварных соединений</p> <p>П-1 - Разрабатывать в соответствии с заданием физические и математические модели, процессов, явлений и объектов в области сварки</p>

<p>Технология лазерной сварки и резки</p>	<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности</p>
	<p>ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта</p>	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>З-3 - Объяснить принципы энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации</p>

		<p>технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p>
	<p>ПК-2 - Способность разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии в машиностроении</p>	<p>З-1 - Объяснить особенности сборочно-сварочного производства, связанные со структурой цехов, планировкой цехов и участков, производственной связью сборочно-сварочных цехов с другими цехами завода</p> <p>У-1 - Обосновывать требуемый количественный и качественный состав основных элементов производства необходимых для изготовления заданной сварной продукции с учетом технико-экономических показателей</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках практических заданий расчеты приведенной программы изготовления сварных изделий при многономенклатурной программе, а также определение величины оптимального выпуска продукции и потребного количества оборудования</p>
	<p>ПК-9 - Способность применять методы расчета при проектировании машин, электроприводов, гидроприводов,</p>	<p>З-1 - Объяснить устройство и принцип действия механического сварочного оборудования, его силовых приводов, а также конструктивные особенности,</p>

	<p>оборудования и производственных объектов, деталей и узлов машиностроения</p>	<p>учитывающие технологию изготовления сварного изделия;</p> <p>У-1 - Анализировать конструкцию (эскиз) сварного изделия для формулирования технического задания на проектирование приспособления или оснастки, необходимых для изготовления сварного изделия, с учетом технологических и конструктивных требований, а также необходимого повышения производительности и снижения себестоимости</p> <p>П-1 - Формулировать техническое задание на проектирование приспособлений, необходимых для изготовления сварного изделия</p> <p>П-2 - Разрабатывать в соответствии с техническим заданием принципиальную схему сборочно-сварочного приспособления и его конструктивное исполнение с выполнением необходимых расчетов (или обоснованного выбора) силовых приводов зажимных механизмов и устройств</p>
<p>Технология плазменной резки и сварки</p>	<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности</p>
	<p>ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по</p>	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого</p>

	<p>эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта</p>	<p>оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>З-3 - Объяснить принципы энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p>
--	--	---

	<p>ПК-3 - Способность устанавливать технические требования к основному и сварочным материалам, свойствам и качеству сварного соединения, проводить анализ причин брака продукции и принимать меры по их устранению</p>	<p>З-1 - Объяснять особенности металлургических и тепловых процессов при основных способах сварки, причины изменения структуры и свойств металла в зависимости от металлургических процессов, особенности образования сварного соединения при сварке плавлением и давлением и влияние технологических параметров сварки на технологическую и эксплуатационную прочность и специальные свойства сварных соединений;</p> <p>З-3 - Объяснять нормативные правовые акты, предъявляющие требования к качеству сварных конструкций;</p> <p>З-4 - Объяснять методику выполнения научно-обоснованного анализа причин появления брака</p> <p>У-1 - Проводить исследование процесса распространения тепла при действии подвижных источников, микроструктуры металла шва и зоны термического влияния при сварке, наличия неметаллических включений в сварных швах; проводить анализ влияния скорости охлаждения, способа сварки и химического состава на структуру и свойства сварных соединений, выполнять прогноз характера металлургических процессов, их влияния на химический и фазовый состав металла и свойства сварных соединений</p> <p>У-3 - Анализировать эффективность деятельности производственных подразделений и предприятия, применять методы контроля качества изделий, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении, разрабатывать мероприятия по предупреждению снижения качества сварных конструкций</p> <p>У-4 - Выявлять основные причины брака, используя элементы теории принятия решений</p> <p>П-3 - Разрабатывать план мероприятий по улучшению деятельности предприятия и методическую, нормативную производственную документацию,</p>
--	--	--

		обеспечивающую качество выпускаемых сварных конструкций П-4 - Разрабатывать предложения по улучшению элементов производственного процесса на основе анализа результатов корректирующих действий, направленных на снижение брака выпускаемой продукции
--	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Лазерные технологии модифицирования и
прототипирования

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Матушкин Анатолий Владимирович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	технологии сварочного производства

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20220422-01 от 22.04.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Матушкин Анатолий Владимирович, Доцент, технологии сварочного производства

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Классификация методов поверхностной модифицирующей лазерной обработки	Современная классификация методов поверхностной лазерной обработки по типу физических процессов, происходящих при воздействии излучения на поверхность материала, и по технологическим признакам. Обзор способов поверхностной лазерной обработки, их сравнительный анализ, сферы применения, преимущества и ограничения. Особенности технологического оборудования для реализации различных методов лазерной обработки. Примеры практического применения лазеров в технологиях поверхностного модифицирования материалов.
P2	Лазерное поверхностное легирование	Отличительные особенности и преимущества процесса лазерного поверхностного легирования. Явления массопереноса и перераспределения легирующих элементов при лазерном воздействии. Лазерное легирование сплавов неметаллическими компонентами: цементация, азотирование, борирование, силицирование. Лазерное легирование сплавов железа и никеля, цветных металлов и сплавов (алюминиевых, титановых и др.) металлическими компонентами: чистыми металлами (Co, Cr, Sn, Mn, Nb, Ni, Mo, W, Ta, Ti, V) и сплавами (Cr-Mo-W, Ni-Nb и др.); карбидами тугоплавких металлов (TiC, NbC, VC, TaC, WC, Nb ₂ C, Ta ₂ C и др.) и сплавами на их основе (например, ВКНА, ВКЗ, ВК6, Т15К6). Примеры практической реализации лазерного легирования для улучшения эксплуатационных свойств металлов и сплавов.

P3	Технологии лазерной наплавки	Физические и технологические основы, преимущества и технико-экономические недостатки лазерной наплавки. Особенности лазерной наплавки по шликерному покрытию, оплавлением напыленных или электролитических покрытий, с подачей порошка в зону наплавки (газопорошковая лазерная наплавка). Лазерное объемное формообразование. Гибридные технологии лазерно-плазменной и лазерно-индукционной наплавки, двухлучевой лазерной наплавки, лазерной наплавки двумя параллельными лучами. Технология импульсной лазерной наплавки. Наплавочные материалы. Технологии лазерной наплавки самофлюсующимися сплавами на основе никеля (колмоной) и кобальта (стеллиты), твердыми сплавами, быстрорежущими сталями, на цементованную стальную поверхность, на чугуны. Дефекты, возникающие при лазерной наплавке, и методы борьбы с ними. Особенности формирования структурно-фазового состояния и свойств наплавленного слоя. Рациональные области применения лазерной наплавки. Практические примеры применения лазерной наплавки для восстановления изношенных и изготовления новых деталей.
P4	Формирование износостойких NiCrBSi покрытий газопорошковой лазерной наплавкой (ГПЛН) и комбинированными обработками	Влияние состава наплавляемого лазером NiCrBSi порошка на структуру, фазовый состав, микромеханические и трибологические свойства покрытий при трении скольжения и абразивном изнашивании. Композиционные покрытия, формируемые методом ГПЛН. Получение износостойких NiCrBSi покрытий с особо высоким уровнем теплостойкости комбинированной лазерно-термической обработкой. Фрикционная наноструктурирующая обработка – эффективный способ финишной упрочняющей обработки NiCrBSi покрытий.
P5	Методы лазерного прототипирования, аддитивные лазерные технологии	Лазерные аддитивные технологии изготовления трехмерных изделий и покрытий по заданной компьютерной модели. Селективное лазерное плавление/спекание металлических порошков (СЛП/СЛС технологии). Прямое лазерное выращивание. Технологические особенности и физические основы процессов. Оборудование для лазерного прототипирования. Требования к порошкам. Технология высокоскоростного лазерного спекания/плавления (ВЛС/ВЛП) высокодисперсных порошковых материалов, формирующая сильно неравновесное структурное состояние компактов и покрытий. Возможности улучшения комплекса механических, трибологических, коррозионных и физических свойств изделий и покрытий, полученных аддитивными лазерными технологиями. Примеры практической реализации методов лазерного прототипирования при изготовлении конструктивно сложных изделий и покрытий с особыми свойствами.
P6	Лазерная аморфизация поверхностей	Аморфное состояние вещества. Условия, механизмы и способы аморфизации металлов и сплавов. Условия лазерной аморфизации: роль химического состава материала и режимов облучения. Свойства металлических материалов после лазерной аморфизации. Примеры лазерной аморфизации поверхности металлических изделий.

Р7	Модифицирование поверхности в технологиях маркировки и гравировки	Модифицирование поверхности металлических и неметаллических материалов в технологиях маркировки и гравировки
----	---	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лазерные технологии модифицирования и прототипирования

Электронные ресурсы (издания)

1. Шандыбина, Г. Д.; Информационные лазерные технологии : учебное пособие.; Университет ИТМО, Санкт-Петербург; 2008; <http://www.iprbookshop.ru/66477.html> (Электронное издание)
2. Коротков, В. А.; Сварка специальных сталей и сплавов : учебно-методическое пособие.; Директ-Медиа, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=223468> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Шоршоров, М. Х., Белов, В. В.; Фазовые превращения и изменения свойств стали при сварке : Атлас.; Наука, Москва; 1972 (6 экз.)
2. ; Лазерные технологии на машиностроительном заводе; Б. и., Уфа; 1993 (15 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> – зональная научная библиотека УрФУ.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лазерные технологии модифицирования и прототипирования

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Технология лазерной сварки и резки

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Матушкин Анатолий Владимирович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	технологии сварочного производства

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20220422-01 от 22.04.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Матушкин Анатолий Владимирович, Доцент, технологии сварочного производства

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Классификация способов лазерной сварки, технологические возможности лазерной сварки.	Введение. Классификация способов лазерной сварки. Определение понятия «Лазерная сварка». Энергетические признаки лазерной сварки. Технологические признаки. Экономические признаки. Основные преимущества лазерной сварки перед дуговой, электронно-лучевой и контактной сваркой. Социальные преимущества лазерной сварки. Особенности, затрудняющие универсальное применение лазерной сварки.
P2	Физические процессы образования сварного соединения при сварке материалов малых толщин и при лазерной сварке с глубоким проплавлением.	Особенности воздействия импульсов лазерного излучения на металлические материалы. Особенности нагрева и плавления материала. Распространение теплового потока в материале. Критическая плотность теплового потока, глубина распространения температуры. Энергетическое условие достижения лазерной сварки с минимальным испарением. Формирование сварного соединения при сварке металла малых толщин. Стадии развития процессов плавления при незначительном и интенсивном испарении материала. Физическая модель образования «кинжального» проплавления при лазерной сварке. Основные физические процессы, сопровождающие формирование сварного соединения при непрерывном и импульсно-периодическом излучении мощных газовых и твердотельных лазеров. Энергетическое условие начала «кинжального» проплавления. Образование волны сжатия и факела. Перенос расплавленного металла в сварочной

		ванне. Возникновение дефектов при формировании сварных соединений.
Р3	Технология лазерной сварки материалов малых толщин и металлов с глубоким проплавлением. Особенности проектирования деталей с использованием лазерной сварки с глубоким проплавлением.	<p>Параметры режимов сварки. Энергия и длительность импульса. Диаметр сфокусированного луча. Расфокусировка. Скорость сварки. Взаимосвязь параметров режима сварки с критериями качества. Способы ввода присадочного материала. Типы сварных соединений.</p> <p>Основные параметры режимов сварки: мощность лазерного излучения, скорость сварки, фокусное расстояние, положение фокуса относительно поверхности свариваемых материалов. Вспомогательные параметры режимов сварки. Влияние параметров режима сварки на критерии качества сварного соединения. Основные условия проектирования сварных конструкций. Корпусные детали, валы, оси, составные детали механизмов и машин, шестерни, детали арматуры. Учет специфических особенностей процесса ЛС при проектировании типа соединения. Подготовка кромок и сборка под сварку. Основные виды дефектов при ЛС с глубоким проплавлением и причины их возникновения. Методы неразрушающего контроля: радиографический, ультразвуковой, магнитный и капиллярный.</p>
Р4	Гибридные технологии лазерной сварки	<p>Лазерно-дуговая сварка (ЛДС). Схемы процесса ЛДС. Влияние режимов ЛДС на геометрию формы шва. Достоинства ЛДС. Лазерно-плазменная сварка (ЛПС). Схемы процесса ЛПС. Преимущества ЛПС. Лазерно-светолучевая сварка. Достоинства и преимущества лазерно-светолучевой сварки. Лазерно-индукционная сварка (ЛИС). Функциональная схема ЛИС. Преимущества ЛИС. Лазерно-ультразвуковая сварка (ЛУС). Схемы ЛУС: несоосная и соосная. Влияние ЛУС на структурно-фазовый состав металла. Лазерная двухлучевая сварка (ЛДС). Способы ЛДС: суперпозиционный, последовательный и параллельный.</p>
Р5	Технологические особенности лазерной сварки различных материалов. Примеры промышленного применения лазерной сварки.	<p>ЛС сталей. Сварка конструкционных низкоуглеродистых и низколегированных сталей. Сварка конструкционных углеродистых и легированных сталей. Сварка высоколегированных сталей. Рекомендации при ЛС сталей. Выбор режимов ЛС сталей. ЛС алюминиевых сплавов. Особенности ЛС алюминиевых сплавов. Технологическая схема ЛС алюминиевых сплавов. ЛС алюминиевых сплавов с применением флюса. Выбор параметров режима ЛС. Влияние ЛС на пористость, структуру и усадку металла. ЛС магниевых сплавов. Особенности ЛС магниевых сплавов. ЛС никелевых сплавов. ЛС титановых сплавов. ЛС керамических и композиционных материалов: соединение керамики и стекла. Применение ЛС в электронной и радиотехнической промышленности. Применение ЛС для изготовления деталей машин и механизмов. Применение ЛС в изделиях ракетно-космической и авиационной техники.</p>
Р6	Особенности лазерного разделения материалов	<p>Определение процесса лазерного разделения. Преимущества лазерных методов разделения. Методы лазерной резки: разделительная сквозная резка, термораскалывание,</p>

		скрайбирование. Стадии лазерного разделения: поглощение излучения и последующая передача энергии внутрь тела; нагревание материала без разрушения; изменение агрегатного состояния вещества; удаление материала из зоны взаимодействия; остывание материала. Механизмы лазерного разделения материалов. Процессы, характеризующие испарение. Процессы, характеризующие плавление с удалением расплава из зоны обработки. Термораскалывание. Термохимическое воздействие.
Р7	Технология лазерной резки неметаллических материалов	Влияние на эффективность процесса: энергетических параметров, оптических параметров, газодинамических параметров. Примеры лазерной резки неметаллических материалов: кварца, стекла, стеклотекстолита, текстиля и др. Лазерное управление термораскалыванием и его основные преимущества и недостатки. Применение при термораскалывании СО2-лазера. Термораскалывание излучением твердотельного Nd:YAG-лазера. Области применения управляемого термораскалывания стекла. Лазерное скрайбирование, его преимущества. Лазерное скрайбирование полупроводниковых и керамических пластин.
Р8	Технология газолазерной резки металлических материалов. Лазерная размерная обработка	Механизмы газолазерной резки (ГЛР) металлов. Стадии разрушения в процессе резки металлов непрерывным излучением. Схемы формообразования реза по глубине материала при обработке тонколистового металла и деталей больших толщин. Влияние параметров процесса ГЛР на качество резки. Три основные зоны на поверхности реза. Технологические рекомендации по ГЛР различных материалов. Лазерная маркировка и гравировка. Лазерная обработка отверстий.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Технология лазерной сварки и резки

Электронные ресурсы (издания)

1. Хомич, В. Ю.; Основы создания систем электроразрядного возбуждения мощных СО2-, N2- и F2-лазеров : монография.; Физматлит, Москва; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469621> (Электронное издание)
2. Гладуш, Г. Г.; Физические основы лазерной обработки материалов : монография.; Физматлит, Москва; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485254> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Туманов, Ю. Н.; Плазменные, высокочастотные, микроволновые и лазерные технологии в химико-

металлургических процессах; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2010 (2 экз.)

2. Григорьянц, А. Г.; Основы лазерной обработки материалов; Машиностроение, Москва; 1989 (11 экз.)
3. , Григорьянц, А. Г., Сафонов, А. Н.; Лазерная техника и технология : Учеб. пособие для вузов: В 7 кн. Кн. 3. Методы поверхностной лазерной обработки; Высш. шк., Москва; 1987 (6 экз.)
4. , Григорьянц, А. Г., Соколов, А. А.; Лазерная техника и технология : Учеб. пособие для вузов: В 7 кн. Кн. 4. Лазерная обработка неметаллических материалов; Высш.шк., Москва; 1988 (4 экз.)
5. , Григорьянц, А. Г., Лебедев, Ф. В.; Лазерная техника и технология : Учеб. пособие для студ. техн. вузов: В 7 кн. Кн. 1. Физические основы технологических лазеров ; Высш.школа, Москва; 1987 (4 экз.)
6. , Григорьянц, А. Г., Лебедев, Ф. В.; Лазерная техника и технология : Учеб. пособие для студ. техн. вузов: В 7 кн. Кн. 2. Инженерные основы создания технологических лазеров ; Высш.школа, Москва; 1988 (4 экз.)
7. ; Лазерная и электроннолучевая обработка материалов : справ.; Машиностроение, Москва; 1985 (6 экз.)
8. Григорьянц, А. Г., Шиганов, И. Н., Мисюров, А. И.; Технологические процессы лазерной обработки : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Машины и технология высокоэффектив. процессов обраб. материалов" направления подгот. "Машиностроит. технологии и оборудование"; МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва; 2008 (7 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://lib.urfu.ru>– зональная научная библиотека УрФУ.
2. <http://www.ntoire-polus.ru> - ООО НТО «ИРЭ-Полюс»
3. <http://www.rofin.com> – Lasers for Industry
4. <http://www.npkrapid.ru> - ООО НПК "Рапид"
5. <http://www.laserapr.com> - Группа компаний "Лазеры и аппаратура"
6. <http://www.lascenter.mephi.ru> - Лазерный центр МИФИ
7. <http://www.ru.trumpf.com> – компания ТРУМПФ
8. <http://www.prima-na.com> – компания Прима-Индастри
9. <http://www.laserapr.ru> - Группа компаний "Лазеры и аппаратура"
10. <http://lasercomponents.ru> - Компания "Лазерные компоненты"
11. <http://www.znt.ru> – ООО «Зенит Трейдинг»
12. <http://www.toroid.ru/laser.html> - ООО «Тороид»

13. <http://mt12navsegda.narod.ru/lastech.html> - Лазерная техника - Книги инженера

14. <http://www.iqlib.ru> - Электронно-библиотечная система IQlib.ru

15. <http://rucont.ru/> - Электронная библиотечная система

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Технология лазерной сварки и резки

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	не требуется
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	не требуется

4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Технология плазменной резки и сварки

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Матушкин Анатолий Владимирович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	технологии сварочного производства

Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий

Протокол № 20220422-01 от 22.04.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Матушкин Анатолий Владимирович, Доцент, технологии сварочного производства

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Общие сведения о применении плазменных технологий, классификация.	Область применения плазмы. Классификация плазменных дуг. Классификация плазмотронов.
P2	Процессы, протекающие в плазменной струе.	Формирование плазменной струи. Способы стабилизации плазменной струи. Распределение скорости и температуры плазмы в цилиндрическом канале плазмотрона. Катодная область электрической дуги.
P3	Конструкции плазмотронов.	Конструктивные схемы плазмотронов для резки металла. Конструктивные схемы плазмотронов для сварки металла. Конструктивные схемы плазмотронов для металлургических процессов. Конструктивные схемы плазмотронов для нанесения покрытий. Конструктивные схемы плазмотронов для утилизации.
P4	Технология плазменной сварки металлов	Применяемые материалы. Газы для сварки. Технология плазменной сварки.
P5	Технология плазменной резки металлов	Применяемые материалы. Газы для резки. Технология плазменной резки.

Р6	Оборудование для плазменной сварки и резки	Источники питания. Оборудование для перемещения плазменных горелок. Вспомогательное оборудование. Автоматизация процесса плазменной сварки и резки.
----	--	---

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Технология плазменной резки и сварки

Электронные ресурсы (издания)

1. Берлин, Е. В., Иванов, Ю. Ф.; Плазменная химико-термическая обработка поверхности стальных деталей : практическое пособие.; Техносфера, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233458> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Цветков, Ю. В.; Низкотемпературная плазма в процессах восстановления; Наука, Москва; 1980 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://lib.urfu.ru>– зональная научная библиотека УрФУ.
2. <http://www.iqlib.ru> - Электронно-библиотечная система IQlib.ru
3. <http://rucont.ru/> - Электронная библиотечная система

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Технология плазменной резки и сварки

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	не требуется
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	не требуется

