Подписано и утверждено в СЭД 22.12.2021 16:34:38ИД задачи 2526764

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
1155571	Материалы и технологии высокотемпературных соединений, покрытий

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Лазерные, аддитивные и упрочняющие технологии в машиностроении	**Код ОП** 1. 12.03.05/33.11
Направление подготовки 1. Лазерная техника и лазерные технологии	**Код направления и уровня подготовки** 1. 12.03.05

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Валиев Ривхат Мударисович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	литейного производства и упрочняющих технологий
2	Злыгостев Сергей Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	литейного производства и упрочняющих технологий
3	Фоминых Максим Владимирович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	литейного производства и упрочняющих технологий

Согласовано:

Управление образовательных программ Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Материалы и технологии высокотемпературных соединений, покрытий

1.1. Аннотация содержания модуля

Освоение модуля направлено на освоении студентами базовых технологий упрочения и восстановления, связанных с различными способами сварочного производства и родственных технологиях, в том числе, лазерных. Рассматриваются процессы восстановления и упрочнения изношенных деталей машиностроения сваркой, наплавкой, электроконтактной приваркой металлического слоя, методами газотермического напыления с использованием гальванопокрытий, синтетических материалов, фигурных и спиральных вставок, термической и химико-термической обработки. Описаны процессы механической обработки покрытий. Показаны области применения покрытий и выбор рациональных способов восстановления деталей. На основе усвоения этих знаний обучающийся должен уметь управлять процессами упрочнения и восстановления заготовок; совершенствовать существующие и разрабатывать новые технологические процессы; производить выбор рациональных технологических режимов для обеспечения заданного уровня качества; разрабатывать и осуществлять мероприятия по устранению дефектов и несоответствий.

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	Теория сварочных процессов и родственных технологий	4
2	Прикладные технологии сварочного производства	3
3	Технологии наплавки и напыления	4
4	Основы проектирования сварных металлоконструкций	4
	ИТОГО по модулю:	15

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
Основы проектирования сварных металлоконструкций	ПК-1 - Способен разрабатывать и корректировать технологические процессы получения продукции лазерными, аддитивными и упрочняющими технологиями, анализировать области применения способов с учетом их ограничений	З-1 - Описывать основные разделы отечественной и международной нормативной документации, стандартов в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий. З-2 - Описывать гидравлические, физико-химические и теплофизические закономерности формирования изделий лазерными, аддитивными и упрочняющими технологиями. З-3 - Классифицировать виды и способы лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий, описывая области применения и ограничения в использовании. З-4 - Выполнить обзор специальных программных продуктов по моделированию изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий с симуляции технологического процесса их формирования. З-5 - Объяснять основные принципы конструирования и разработки изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий и их назначение. У-1 - Анализировать и обобщать опыт предыдущих разработок конструкций изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий. У-2 - Обосновывать методы и способы изготовления продукции лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий на основе анализа конструкции детали. У-3 - Выбирать специальные программные продукты по моделированию лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий с симуляцией процесса формирования изделий. У-4 - Определять оптимальный вариант конструкции изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий и

		технологического процесса изготовления на основе симуляции процесса. У-5 - Анализировать возможность и причины появления характерных дефектов и несоответствия продукции, разрабатывает меры их предотвращения. П-1 - Формулировать предложения по выбору оптимального варианта конструкций изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий и технологического процесса их осуществления. П-2 - Иметь опыт выполнения технических заданий на технологические процессы производства изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий. П-3 - Выполнять подготовку исходных данных для расчета показателей технологического процесса производства изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий. Д-1 - Демонстрировать умения взаимодействовать со смежными подразделениями.
Прикладные технологии сварочного производства	ПК-1 - Способен разрабатывать и корректировать технологические процессы получения продукции лазерными, аддитивными и упрочняющими технологиями, анализировать области применения способов с учетом их ограничений	З-1 - Описывать основные разделы отечественной и международной нормативной документации, стандартов в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий. З-2 - Описывать гидравлические, физико-химические и теплофизические закономерности формирования изделий лазерными, аддитивными и упрочняющими технологиями. З-3 - Классифицировать виды и способы лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий, описывая области применения и ограничения в использовании. З-4 - Выполнить обзор специальных программных продуктов по моделированию изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий с симуляции технологического процесса их формирования.

		З-5 - Объяснять основные принципы конструирования и разработки изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий и их назначение. У-1 - Анализировать и обобщать опыт предыдущих разработок конструкций изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий. У-2 - Обосновывать методы и способы изготовления продукции лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий на основе анализа конструкции детали. У-3 - Выбирать специальные программные продукты по моделированию лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий с симуляцией процесса формирования изделий. У-4 - Определять оптимальный вариант конструкции изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий и технологического процесса изготовления на основе симуляции процесса. У-5 - Анализировать возможность и причины появления характерных дефектов и несоответствия продукции, разрабатывает меры их предотвращения. П-1 - Формулировать предложения по выбору оптимального варианта конструкций изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий и технологического процесса их осуществления. П-2 - Иметь опыт выполнения технических заданий на технологические процессы производства изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий. П-3 - Выполнять подготовку исходных данных для расчета показателей технологического процесса производства изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий. Д-1 - Демонстрировать умения взаимодействовать со смежными подразделениями.

Теория сварочных процессов и родственных технологий	ПК-1 - Способен разрабатывать и корректировать технологические процессы получения продукции лазерными, аддитивными и упрочняющими технологиями, анализировать области применения способов с учетом их ограничений	З-1 - Описывать основные разделы отечественной и международной нормативной документации, стандартов в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий. З-2 - Описывать гидравлические, физико-химические и теплофизические закономерности формирования изделий лазерными, аддитивными и упрочняющими технологиями. З-3 - Классифицировать виды и способы лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий, описывая области применения и ограничения в использовании. З-4 - Выполнить обзор специальных программных продуктов по моделированию изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий с симуляции технологического процесса их формирования. З-5 - Объяснять основные принципы конструирования и разработки изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий и их назначение. У-1 - Анализировать и обобщать опыт предыдущих разработок конструкций изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий. У-2 - Обосновывать методы и способы изготовления продукции лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий на основе анализа конструкции детали. У-3 - Выбирать специальные программные продукты по моделированию лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий с симуляцией процесса формирования изделий. У-4 - Определять оптимальный вариант конструкции изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий и технологического процесса изготовления на основе симуляции процесса. У-5 - Анализировать возможность и причины появления характерных дефектов

		и несоответствия продукции, разрабатывает меры их предотвращения. П-1 - Формулировать предложения по выбору оптимального варианта конструкций изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий и технологического процесса их осуществления. П-2 - Иметь опыт выполнения технических заданий на технологические процессы производства изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий. П-3 - Выполнять подготовку исходных данных для расчета показателей технологического процесса производства изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий. Д-1 - Демонстрировать умения взаимодействовать со смежными подразделениями.
Технологии наплавки и напыления	ПК-1 - Способен разрабатывать и корректировать технологические процессы получения продукции лазерными, аддитивными и упрочняющими технологиями, анализировать области применения способов с учетом их ограничений	З-1 - Описывать основные разделы отечественной и международной нормативной документации, стандартов в области лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий. З-2 - Описывать гидравлические, физико-химические и теплофизические закономерности формирования изделий лазерными, аддитивными и упрочняющими технологиями. З-3 - Классифицировать виды и способы лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий, описывая области применения и ограничения в использовании. З-4 - Выполнить обзор специальных программных продуктов по моделированию изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий с симуляции технологического процесса их формирования. З-5 - Объяснять основные принципы конструирования и разработки изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий и их назначение.

		У-1 - Анализировать и обобщать опыт предыдущих разработок конструкций изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий. У-2 - Обосновывать методы и способы изготовления продукции лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий на основе анализа конструкции детали. У-3 - Выбирать специальные программные продукты по моделированию лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий с симуляцией процесса формирования изделий. У-4 - Определять оптимальный вариант конструкции изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий и технологического процесса изготовления на основе симуляции процесса. У-5 - Анализировать возможность и причины появления характерных дефектов и несоответствия продукции, разрабатывает меры их предотвращения. П-1 - Формулировать предложения по выбору оптимального варианта конструкций изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий и технологического процесса их осуществления. П-2 - Иметь опыт выполнения технических заданий на технологические процессы производства изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий. П-3 - Выполнять подготовку исходных данных для расчета показателей технологического процесса производства изделий лазерных, аддитивных и упрочняющих технологий. Д-1 - Демонстрировать умения взаимодействовать со смежными подразделениями.

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория сварочных процессов и родственных технологий

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Валиев Ривхат Мударисович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	литейного производства и упрочняющих технологий
2	Фоминых Максим Владимирович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	литейного производства и упрочняющих технологий

Рекомендовано учебно-методическим советом института Металлургии и металловедения

Протокол № _20210531-01_ от _31.05.2021_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

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
1	Физические основы, классификация и значение процессов сварочного производства	Зависимость формы и размеров от способа и режимов сварки. Время существования ванны. Температурное поле и средняя температура сварочной ванны. Гидродинамические явления в сварочной ванне. Соотношение основного и электродного металлов в сварочной ванне и шве. Потери металла на разбрызгивание, испарение и окисление
2	Особенности взаимодействия фаз при сварке	Границы раздела взаимодействующих фаз газ-металл, газ-шлак, шлак-металл при сварке на стадии плавления, капли, ванны. Форма существования металлов, металлоидов, газов в расплавах на основе железа. Активности компонентов, поверхностные концентрации. Свойства расплавов на основе железа, их влияние на технологические особенности сварки. Роль оксидных, оксидно-фторидных и солевых расплавов в сварочных процессах. Свойства оксидных, оксифтори4ных расплавов: вязкость, плотность, поверхностные натяжения, активности компонентов. Технологические характеристики оксидных и оксифторидных расплавов.
3	Взаимодействие расплавленного металла с газами	Сродство компонентов расплава к кислороду, растворимость кислорода в расплавах на основе железа и других металлов. Взаимодействие металла с кислородом при сварке. Равновесные концентрации компонентов (C, Si, Al, Ti, P, Cr, Mn ...), сопоставление их раскислительной способности.

		Взаимодействие металла с водородом, парами воды, азотом, оксидами углерода. Стадии окисления компонентов, растворенных в железе, лимитирующее звено. Относительные скорости окисления примесей, влияние температуры, критические концентрации. Испарение металлов и диссоциация соединений при сварке. Влияние кислорода, азота, водорода на качество сварных соединений. Технологические пути снижения их концентрации в сварных швах
4	Взаимодействие металла со шлаком	Граница раздела металл-шлак, равновесный потенциал и распределение компонентов между металлом и шлаком. Кинетика взаимодействия со шлаком. Качественная картина. Режимы взаимодействия: кинетический, диффузионный, смешанный. Основные уравнения. Термодинамические, кинетические особенности реакций окисления примесей шлаком: влияние концентрации примесей в металле, оксидов железа и примесей, коэффициентов их активностей, условий конвекции. Окисление углерода, фосфора, серы, кремния, марганца. Особенности совместного окисления примесей. Влияние электрического тока на очистку металла от примесей.
5	Кристаллизация металла при сварке плавлением	Общая характеристика условий кристаллизации. Переохлаждение металла и его влияние на кристаллизацию. Центры кристаллизации в сварочной ванне. Понятие о первом и втором фронте затвердевания. Рост первичных кристаллов: направление, скорость, механизм роста (плоский, ячеистый, дендритный). Значение процессов первичной кристаллизации сварных швов и методы исследования этих процессов. Ликвация примесей при кристаллизации металла сварочной ванны. Виды ликвации. Причины слоистого строения сварных швов.
6	Механизм образования холодных трещин при сварке	Связь между склонностью стали к замедленному разрушению и образованию холодных трещин. Миграция вакансий как условие роста зародышей трещин. Влияние напряженного состояния и водорода, растворенного в металле. Основные мероприятия по повышению сопротивляемости металлов и сплавов образованию холодных трещин при сварке. Термическая обработка сварных соединений. Назначение и рациональные области применения
7	Механизм образования горячих трещин при сварке	Механизм образования горячих трещин. Роль полигонизации и миграции зерен в образовании трещин. Факторы, определяющие сопротивляемость сварных швов образованию горячих трещин. Конструктивные и технологические пути предотвращения горячих трещин. Влияние состава и структуры металла шва на образование горячих трещин.

		Горячие трещины в околошовной зоне, причины образования и методы борьбы с ними.
8	Характеристика свариваемости промышленных металлов и сплавов: принципы выбора сварочных материалов, предупреждение дефектов в сварных соединений	8 Характеристика свариваемости промышленных металлов и сплавов: принципы выбора сварочных материалов, предупреждение дефектов в сварных соединений Средне- и низкоуглеродистые стали повышенной прочности. Высокопрочные стали. Низколегированные теплоустойчивые стали. Среднелегированные конструкционные и жаропрочные стали. Аустенитные стали. Высокохромистые мартенситные, мартенситно-ферритные и ферритные стали. Мартенситно-стареющие стали. Ферритно-аустенитные нержавеющие стали. Алюминий и его сплавы. Никель и его сплавы. Медь и сплавы на ее основе. Титан и его сплавы. Особенности сварки разнородных материалов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Способен разрабатывать и корректировать технологические процессы получения продукции лазерными, аддитивными и упрочняющими технологиями, анализировать области применения способов с учетом их ограничений	Д-1 - Демонстрировать умения взаимодействовать со смежными подразделениями.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория сварочных процессов и родственных технологий

Электронные ресурсы (издания)

1. Хренов, К. К., Самохвалов, А. Я.; Сварка, резка и пайка металлов : практическое пособие.; Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Киев, Москва; 1952; https://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=230239 (Электронное издание)

2. Коротков, В. А.; Ремонтная сварка и наплавка : учебно-методическое пособие.; Директ-Медиа, Москва; 2014; https://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=223467 (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Волченко, В. Н., Макаров, В. Н.; Сварка и свариваемые материалы : Справочник: В 3 т. Т. 1. Свариваемость материалов ; Металлургия, Москва; 1991 (10 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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория сварочных процессов и родственных технологий

Сведения об оснащенности 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 Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 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	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Прикладные технологии сварочного производства

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Фоминых Максим Владимирович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	литейного производства и упрочняющих технологий

Рекомендовано учебно-методическим советом института Металлургии и металловедения

Протокол № _20210531-01_ от _31.05.2021_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Фоминых Максим Владимирович, Старший преподаватель, литейного производства и упрочняющих технологий**

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
1	Виды соединений различных материалов	Классификация и общая характеристика соединений. Основная терминология. Неразъемные и разъемные соединения. Деление неразъемных соединений-монолитные и немонолитные. Виды элементарных связей в соединениях. Классификация способов получения соединений и возможность их использования в художественной обработке материалов.
2	Способы электродуговой сварки плавлением	Схема и характеристика ручной дуговой сварки покрытыми электродами (РДС). Применение РДС для изготовления несущих конструкций в скульптуре, металлических скульптурных композициях и т.п. Выбор режимов сварки, оценка качества соединения. Основные технологические приемы. Особенности формирования соединений в различных пространственных положениях. Дуговая механизированная сварка в защитных газах. Схема и характеристика процесса. Выбор режимов сварки и оценка качества соединений. Дуговая сварка под флюсом. Схема и характеристика процесса. Выбор режимов сварки и оценка качества соединений. Сварочные материалы: электроды, присадочные проволоки, флюсы, защитные газы. Основы выбора сварочных материалов.
3	Лучевые процессы сварки	Схема и характеристика лазерной сварки. Применение лазерной сварки для соединения деталей ювелирных изделий, в

		металлопластике, для сварки металлоконструкций. Технологические особенности способа. Выбор параметров режима сварки и их влияние на качество соединения. Электроннолучевая сварка и пайка в вакууме. Схема и характеристика процесса. Особенности применения способа для соединения редких и активных металлов и сплавов. Выбор параметров режимов и их влияние на качество соединения.
4	Газовая сварка	Схема и характеристика ручной газовой сварки металлов. Применение ручной газовой сварки при изготовлении металлоконструкций, в металлопластике, в реставрационных работах и др. Горючие смеси, используемые для нагрева, характеристики газового пламени и его технологические возможности. Влияние свойств газового пламени на качество сварных соединений.
5	Способы сварки давлением	Способы сварки давлением с применением нагрева и деформации детали. Схемы и характеристики процессов контактной, диффузионной, кузнечной сварки и др. Применение точечной сварки для сборки ювелирных и др.художественных изделий. Типы соединений и влияние режимов сварки на качество соединений. Особенности формирований соединений при рельефной и шовной сварки. Требования к состоянию поверхности. Способы сварки давлением без нагрева детали. Схемы и характеристики процесса сварки глубокой деформацией, ультразвуком и прокаткой. Качество соединений и возможности их использования в художественной обработке материалов.
6	Пайка металлов	Применение пайки для изготовления ювелирных и других художественных изделий. Классификация способов пайки по типу источника нагрева и по физико-химическим процессам образования соединений. Способы печной пайки Схема процессов пайки в контролируемой среде, в вакууме и др. Технологические возможности и применение способов. Основные технологические операции и их влияние на качество соединений. Способы индукционной и лучевой пайки. Схемы процессов и их характеристики. Технологические возможности и применение способов. Технология пайки. Способы газопламенной пайки и пайки паяльниками. Схема процессов, технологические возможности и применение. Основные технологические операции.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Способен разрабатывать и корректировать технологические процессы получения продукции лазерными, аддитивными и упрочняющими технологиями, анализировать области применения способов с учетом их ограничений	Д-1 - Демонстрировать умения взаимодействовать со смежными подразделениями.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Прикладные технологии сварочного производства

Электронные ресурсы (издания)

1. Коротков, В. А.; Ремонтная сварка и наплавка : учебно-методическое пособие.; Директ-Медиа, Москва; 2014; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=223467 (Электронное издание)

2. Чулошников, П. Л.; Контактная сварка : практическое пособие.; Машиностроение, Москва; 1977; https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601724 (Электронное издание)

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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Прикладные технологии сварочного производства

Сведения об оснащенности 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 Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 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 Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Технологии наплавки и напыления

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Фоминых Максим Владимирович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	литейного производства и упрочняющих технологий

Рекомендовано учебно-методическим советом института Металлургии и металловедения

Протокол № _20210531-01_ от _31.05.2021_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

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
1	Структура газотермических покрытий	Классификация покрытий, получаемых методами напыления. Области применения покрытий. Схема процесса газотермического напыления. Строение газотермического покрытия, факторы, влияющие на качество покрытия. Понятие адгезии и когезии покрытия. Влияние гранулометрического состава напыляемого материала на строение и свойства покрытия. Влияние температуры нагрева основы и частицы на прочность сцепления покрытия с основой. Механизм и кинетика физико-химических процессов, ведущих к прочному сцеплению напыляемых частиц. Стадии и длительность процессов, протекающих при формировании покрытия. Теоретическое выражение для определения относительной прочности частиц. Энергия активации химического взаимодействия частица-основа.
2	Распыление	Основные задачи распыления. Виды дугового разряда, применяемого для напыления. Электродуговая металлизация. Плазменное напыление. Нагрев плазмообразующего газа. Плазмообразующие газы. Их характеристики. Зависимость теплосодержания плазмообразующих газов от температуры. Этапы нагрева и охлаждения газа. Разгон частиц при плазменном напылении. Уравнение движения частиц в потоке плазмы. Влияние дисперсной фазы на скорость газового потока. Распределение скорости частиц по сечению и длине газовой струи. Нагрев частиц плазменной струей. Влияние состава плазмообразующего газа на эффективность нагрева порошка газовой струей. Понятие о длине струи. Уравнение нагрева частицы струей. Взаимодействие напыляемого

		материала с высокотемпературным потоком. Способы регулирования взаимодействия частиц с потоком.
3	Образование покрытия	Пространственно-временные условия. Тепловые условия формирования покрытия. Остаточные напряжения. Регулирование остаточных напряжений. Влияние толщины покрытия на его прочность. Влияние внутренних напряжений на эксплуатационные свойства покрытия.
4	Материалы для газотермического нанесения покрытий	Виды материалов, применяемых для напыления, их количественное соотношение. Виды порошков для напыления. Композиционные порошки. Основные требования к порошкам для газотермического напыления. Особенности нагрева частиц композиционных порошков. Способы изготовления порошков для газотермического напыления. Классификация способов изготовления порошков. Способы получения композиционных порошков.
5	Технология и оборудование для напыления покрытий	Классификация способов газотермического напыления. Способы и технологические особенности газоплазменного напыления. Обобщенная схема плазменного напыления. Классификация плазмообразующих газов. Виды защиты процесса. Технологическая схема получения газотермических покрытий. Схема взаимосвязи операций подготовки деталей к напылению. Струйно-абразивная обработка. Виды установок для струйно-абразивной обработки. Основные технологические параметры плазменного напыления. Обработка газотермических покрытий. Оборудование для плазменного нанесения покрытий. Схема установки плазменного напыления. Плазмотроны для плазменного напыления. Основные требования, предъявляемые к плазмотронам. Конструкции плазмотронов. Схема газопламенной установки для напыления. Классификация установок для газопламенного напыления. Оборудование для электродуговой металлизации. Схема установки для металлизации. Конструкции электродуговых металлизаторов. Участки для газотермического напыления покрытий.
6	Общая характеристика процесса наплавки	Интенсификация технологических процессов, роль надежности и долговечности деталей и узлов машин в повышении производительности. Основные направления повышения срока службы различных деталей. Этапы разработки технологического процесса наплавки. Определение условий работы, вид и величину износа детали. Характеристика основного металла, форма и геометрические размеры детали. Выбор способа упрочнения с учетом альтернативных вариантов. Выбор способа легирования. Выбор типа наплавочного материала, его характеристика, защитная среда, выбор оборудования. Расчет или определение по номограммам режима наплавки. Подготовка поверхности детали под наплавку. Организационные мероприятия по предупреждению дефектов при наплавке. Наплавка, контроль режима наплавки. Контроль качества наплавленного металла в процессе наплавки. Механическая обработка. Термическая обработка (если таковая требуется). Окончательный контроль наплавленной детали.

7	Техника наплавки	Производительность и формирование наплавленного слоя. Доля участия основного и присадочного металлов в металле шва. Влияние способа наплавки, а также параметров режима (тока наплавки, напряжения дуги, скорости наплавки, диаметра электрода, шага наплавки, рода тока и полярности) на химический состав и долю основного металла в металле шва. Влияние режима на температуру изделия и структуру наплавленного металла.
8	Наплавочные материалы	Метастабильные хромомарганцевые наплавочные материалы. Наплавочные материалы типа 25Х10Г10Т. Механизм упрочнения. Особенности эксплуатации наплавочных материалов этого класса в условиях кавитации, ударного и ударно-абразивного воздействия. Наплавочные материалы на основе углеродистых мартенситных сталей. Особенности работы в условиях абразивного и ударно-абразивного воздействия. Соотношение в структуре металла мартенсита и аустенита для различных условий эксплуатации деталей. Мартенситностареющие наплавочные материалы. Достоинства мартенситностареющих сталей, механизм упрочнения. Влияние никеля, хрома, молибдена, титана, алюминия, кремния и углерода на свариваемость и механические свойства мартенситностареющих сталей и наплавочных материалов при комнатных и повышенных температурах. Система легирования Ni-Co-Mo и Ni-Mo-Si и механизм упрочнения. Особенности технологии наплавки. Область применения инструмента горячего деформирования металла (прокатные валки, пресс-шайбы, пресс-втулки, выталкиватели и др.). Система легирования типа Ni-Mo-Cr и Ni-Mo-Cu. Особенности технологии наплавки. Область применения. Примеры технологических особенностей наплавки различных деталей.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Способен разрабатывать и корректировать технологические процессы получения продукции лазерными, аддитивными и	Д-1 - Демонстрировать умения взаимодействовать со смежными подразделениями.

			упрочняющими технологиями, анализировать области применения способов с учетом их ограничений	

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Технологии наплавки и напыления

Электронные ресурсы (издания)

1. Коротков, В. А.; Ремонтная сварка и наплавка : учебно-методическое пособие.; Директ-Медиа, Москва; 2014; https://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=223467 (Электронное издание)

Печатные издания

1. Колганов, Л. А.; Сварочные работы. Сварка, резка, пайка, наплавка : Учеб. пособие.; Дашков и К°, Москва; 2003 (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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Технологии наплавки и напыления

Сведения об оснащенности 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	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Лабораторные занятия	Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Рабочее место преподавателя	
6	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы проектирования сварных металлоконструкций

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Фоминых Максим Владимирович	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	литейного производства и упрочняющих технологий

Рекомендовано учебно-методическим советом института Металлургии и металловедения

Протокол № _20210531-01_ от _31.05.2021_ г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Фоминых Максим Владимирович, Старший преподаватель, литейного производства и упрочняющих технологий**

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
1	Технологический процесс сварки как многокомпонентный объект проектирования	Алгоритмическая модель технологического процесса сварки. Управление параметрами режимов. Влияние внешних контролируемых и неконтролируемых возмущений. Выходные параметры как функции режим сварки. Структурная схема и методики расчетной оценки свариваемости материалов. Разработка технологического процесса сварки с использованием критериев качества
2	Расчет параметров режимов сварки и геометрических размеров швов.	· Определение режима сварки и характеристик швов в зависимости от типов шва (угловой, тавровый, стыковой, нахлёсточный) и способов сварки (ручная дуговая, под слоем флюса, в защитных газах, электрошлаковая, лазерная, электроннолучевая, комбинированные процессы).
3	Моделирование поведения металла сварного соединения в условиях эксплуатации	· Расчет химического состава наплавленного металла, обеспечивающего получение шва с заданными служебными свойствами и структурой. Методики определения склонности металла сварных соединений к межкристаллитной коррозии, сопротивлению абразивному и термическому воздействию в зависимости от химического и структурно-фазового составов.
4	Феноменология процесса плазменного напыления и вычислительный эксперимент	Структурная схема процесса плазменного напыления. Внешние параметры: первичные и вторичные. Взаимосвязь этапов процесса напыления покрытия. Пути создания математически обеспеченной технологии плазменного напыления. Место

		вычислительного эксперимента в комплексном физическом изучении и управлении процессом плазменного напыления.
5	Физико-химическое взаимодействие частиц напыляемого материала с потоком и окружающей средой.	Тепловые процессы, происходящие с частицами в потоке. Характер обтекания частицы в газовом потоке. Виды теплообмена. Коэффициент теплоотдачи. Оценка коэффициента аэродинамического сопротивления. Расчет температуры частицы. Учет плавления и испарения материала частицы. Интегрирование уравнений нагрева и движения частицы в газовом потоке. Определение длины пути частицы в потоке до ее полного расплавления. Оценка длины изотермической зоны в струе. Минимальная тепловая мощность струи, необходимая для плавления частицы.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-1 - Способен разрабатывать и корректировать технологические процессы получения продукции лазерными, аддитивными и упрочняющими технологиями, анализировать области применения способов с учетом их ограничений	Д-1 - Демонстрировать умения взаимодействовать со смежными подразделениями.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы проектирования сварных металлоконструкций

Электронные ресурсы (издания)

1. Коротков, В. А.; Ремонтная сварка и наплавка : учебно-методическое пособие.; Директ-Медиа, Москва; 2014; https://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=223467 (Электронное издание)

2. Заруба, И. И.; Автоматическая и полуавтоматическая сварка тонколистовой стали; Машгиз, Киев; 1959; https://biblioclub.ru/index.phppage=book&id=437393 (Электронное издание)

Печатные издания

1. ; Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения : ПН АЭ Г-7-009-89. Сварочные соединения и наплавки. Правила контроля: ПН АЭ Г-7-010-89: Утв. Госатомэнергонадзором СССР 11. 05. 89: Введ. 01. 06. 90.; Энергоатомиздат, Москва; 1991 (27 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

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы проектирования сварных металлоконструкций

Сведения об оснащенности 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 EDUA3 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	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES