

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.10.2023 14:48:05
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60021a5667a742775c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан машиностроительного факультета
/Е.В.Сафонов/

«» 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аддитивные технологии в материаловедении»

Направление подготовки
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль подготовки

Перспективные материалы и технологии

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва 2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Аддитивные технологии в материаловедении» следует отнести:

- подготовка студента к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению;
- формирование фундаментального материаловедческого мировоззрения студента о процессах производства изделий требуемого качества из металлических и неметаллических материалов;
- познание инновационных технологий, при которых изменяются химический состав и структура металлов и неметаллов.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Аддитивные технологии в материаловедении» следует отнести:

- изучение физической сущности явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации;
- получение знаний о рациональных способах производства и обработки изделий из различных материалов (металлических и неметаллических);
- формирование у студентов системы знаний о прогрессивных способах упрочнения материалов, используемых в машиностроении;
- изучение области применения современных технологий для изготовления продукции

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Аддитивные технологии в материаловедении» относится к числу учебных дисциплин по выбору студента (Блок 1.1.ДВ.) основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Аддитивные технологии в материаловедении» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части (Б.1.1.1):

- Введение в специальность;
- Физика;
- Химия;
- Теоретическая механика и основы конструирования;
- История науки о материалах;
- Метрология, стандартизация, сертификация;
- Методы моделирования и оптимизации материалов и технологических процессов;
- Перспективные разработки в области материаловедения и их правовая охрана.

В вариативной части (Б.1.1.2)

- Технология конструкционных материалов;
- Соппротивление материалов
- Металлические материалы;
- Теория и технология термической обработки металлов;
- Оборудование и технологии обработки концентрированными потоками энергии;
- Композиционные материалы;
- Неметаллические материалы;
- Методы определения свойств материалов;
- Биомимикрия в материаловедении и технологии материалов;
- Выбор материалов для изготовления изделий;
- Нанотехнологии;

В дисциплинах по выбору (Б.1.1.ДВ):

- Теория строения материалов;
- Методы структурного анализа;
- Порошковые материалы

- Порошковые технологии
- Методы изменения поверхностных свойств конструкционных материалов;
- Перспективные материалы;
- Функциональные материалы;
- Специальные главы технологии материалов;
- Специальные главы материаловедения;
- Пленки, покрытия и методы их получения;
- Наноматериалы;
- Метаматериалы

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих *компетенций*:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-5	готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	<p>знать: - современные методы комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям.</p> <p>уметь: - грамотно применять современные методы комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям.</p> <p>владеть: - современными методами комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям.</p>
ПК-6	способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействия с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	<p>знать: - современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов при использовании на практике инновационных технологий.</p> <p>уметь: - грамотно использовать инновационные технологии при изготовлении изделий, применяя современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов и их взаимодействие с окружающей средой.</p> <p>владеть: - инновационными технологиями и использовать их при изготовлении изделий из различных материалов.</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, т.е. 108 академических часа (из них 72 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Аддитивные технологии в материаловедении» изучаются на четвертом курсе.

Восьмой семестр: лекции – 18 часов, практические занятия – 18 часов, форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Аддитивные технологии в материаловедении» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Вводная часть

Значение и задачи курса «Аддитивные технологии в материаловедении». Понятие технологии. Её место и значение в научно-техническом процессе. Критические технологии, определяющие развитие цивилизованного общества. Критерии выбора критических технологий. Роль материалов в современной технике. Критерии оценки и выбора технологии производства и обработки материалов. Работы отечественных и зарубежных ученых в инновационном развитии в области машиностроения.

Надежность и долговечность машин

Технологическая наследственность. Условия нагружения и характер разрушения деталей (механическое, тепловое, химическое, электрохимическое, кавитационное и др.). Основные причины выхода деталей из строя.

Перспективные технологии упрочнения поверхности изделий

Конденсация вещества из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой (метод КИБ). Получение вакуумных покрытий. Нанесение покрытий с помощью ионного распыления. Нанесение покрытий из плазмы разряда с холодным и горячим катодом. Ионное азотирование. Электроискровое легирование. Лазерная обработка. Плазменные и детонационные покрытия. Получение нанопокровтий.

Современные способы производства различных материалов

Бездиффузионное затвердевание расплава. Образование аморфной структуры. Методы получения аморфных металлов и сплавов. Свойства, практическое использование и перспективы применения аморфных металлических материалов.

Способы получения перспективных термопластов и термореактопластов. Новые технологии дополнительной обработки и модификации элементоорганических полимерных материалов. Современные методы получения полимеров, наполненных наноразмерными частицами: особенности структуры и свойств.

Способы модификации синтетических каучуков, выпускаемых промышленностью, на стадии синтеза и переработки для придания им новых свойств.

Технологии получения полимерных материалов с эффектом памяти форм, многокомпонентных наноматериалов.

Современные средства проектирования и подготовки производства изделий из композитов.

Технологии изготовления деталей из композиционных материалов, включая ручные и автоматизированные методы: пропитка армирующих волокон матричным материалом; формование в пресс-форме лент упрочнителя и матрицы, получаемых намоткой; холодное прессование компонентов с последующим спеканием; электрохимическое нанесение покрытий на волокна с последующим прессованием; осаждение матрицы плазменным напылением на упрочнитель с последующим обжатию; пакетная диффузионная сварка многослойных лент компонентов; совместная прокатка армирующих элементов с матрицей.

Технология изготовления деталей с использованием препрегов (полуфабрикатов, представляющих собой материал основы, пропитанный связующим составом).

Применение точных разверток и раскройных станков, а также точных заготовок и лазерных проекций мест их выкладки.

Использование специализированного программного обеспечения различных компаний, компьютерная обработка данных.

Современные методы технологической переработки наночастиц в объемный материал

Диспергационный способ получения дисперсных частиц вещества. Конденсационный способ получения дисперсных частиц вещества. Термины «сверху-вниз» и «снизу-вверх».

Основные технологические операции нанотехнологии по компактированию порошкообразного полуфабриката. Современные технологические приемы для получения изделий с низкой пористостью. Перспективная моностадийная технология производства объемных наноматериалов модельной системы углерод – углерод. Модифицирование полимеров наночастицами.

Использование термомеханической обработки металлов для измельчения структуры до наноразмерного диапазона (фрагментирование). Интенсивная пластическая деформация (равноканальное угловое прессование). Метод всесторонней изотермическойковки («abc» - прессование).

Аддитивные технологии

Терминология и классификация, исторические предпосылки

Появления аддитивных технологий, характеристика рынка Af-технологий.

- *SLA, Stereolithography Apparatus* – отверждение слоя фотополимера посредством лазерного луча; *SLS, Selective Laser Sintering* – послойное лазерное спекание порошковых материалов, в частности полимеров; *DMF, Direct Metal Fabrication* – разновидность *SLS-технологии*, послойное лазерное спекание металлопорошковых композиций (*DMLS - Direct Metal Laser Sintering*); *SLM, Selective Laser Melting* – разновидность *SLS-технологии*, послойное лазерное плавление металлопорошковых композиций; *DLP, Digital Light Procession* – засветка слоя фотополимера с помощью цифрового прожектора; *PolyJet* – нанесение слоя фотополимера через многосопловую головку и его отверждение посредством засветки ультрафиолетовой лампой; *FDM - Fused Deposition Modeling* – послойное наложение расплавленных нитевидных полимеров; *InkJet* – отверждение слоя порошкового материала путем нанесения связующего состава через многосопловую головку (по типу струйного 3D-принтера).

Машины и оборудование для выращивания металлических изделий

Группа Bed Deposition. Технологии селективного лазерного сплавления – SLM- технологии. Особенность технологий, использующих лучевой источник тепла. Применение *специальных поддержек «якорей»*. Использование двух лазеров. Установки с встроенными стереомикроскопами. Использование в качестве источника энергии электронного луча. Технологии послойного синтеза. Выращивание «грин-моделей».

Группа Direct Deposition «непосредственное нанесение материала». Технологии DMD - Direct Metal Deposition, непосредственное нанесение металла. Создание градиентных материалов путем послойного нанесения и сплавления двух или нескольких материалов. Машины по созданию технологий для производства деталей аэрокосмического назначения, ремонта деталей авиационных двигателей и технологической оснастки.

Аддитивные технологии и быстрое прототипирование

Механическая обработка; фотополимеризация; стереолитография; лазерное спекание порошковых материалов; послойное наложение расплавленной полимерной нити; склеивание (ламинирование) слоев; литье в эластичные силиконовые формы; литье под низким давлением; создание твердотельных объектов с помощью принтеров; изготовление моделей из вспененных пластмасс; литье прототипов в опытных формах.

Аддитивные технологии и литейное производство

Получение литейных синтезформ и синтез-моделей за счет технологий послойного синтеза. Технологии Quick-Cast (выращивание литейной модели из фотополимера на SLA-машине с последующим литьем по выжигаемой модели). Литье в выращенные песчаные формы на машинах типа S-Max. Литье полиуретановых смол в силиконовые формы.

Аддитивные технологии и порошковая металлургия

Технология Direct Metal Fabrication – DMF. Материалы для «металлических» AM-машин. Методы получения металлических порошков. Методы получения нанокристаллических материалов. Атомайзеры и металлопорошковые композиции для использования в AM-машинах.

Компьютерная томография

Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Аддитивные технологии в материаловедении» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- индивидуальное обсуждение практических занятий;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- использование деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Аддитивные технологии в материаловедении» и в целом по дисциплине

лине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации проводятся по следующим критериям:

- ответы студента на вопросы;
- подготовка презентаций по конкретным темам реферата.
- семинарские занятия в форме защиты студенческого реферата с использованием деловых и ролевых игр.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-5	Готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации
ПК-6	Способностью использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-5 - Готовность выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации
--

<p>знать:- современные методы комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям.</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет современными методами комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям.</p>	<p>Обучающийся владеет современными методами комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся частично владеет современными методами комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет современными методами комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p>уметь:- грамотно применять современные методы комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям.</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет грамотно применять современные методы комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: грамотно применять современные методы комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые си-</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: грамотно применять современные методы комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям. Умения освоены, но до-</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: грамотно применять современные методы комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий,</p>

		туации.	пускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	полученных по инновационным технологиям. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть:- современными методами комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет современными методами комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям.	Обучающийся владеет современными методами комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся частично владеет современными методами комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет современными методами комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
ПК-6- Способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями				

<p>знать: - современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов при использовании на практике инновационных технологий.</p>	<p>Обучающийся не использует или в недостаточной степени использует современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов при использовании на практике инновационных технологий.</p>	<p>Обучающийся использует современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов при использовании на практике инновационных технологий в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>Обучающийся частично использует современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов при использовании на практике инновационных технологий, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме использует современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов при использовании на практике инновационных технологий, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p>уметь: - грамотно использовать инновационные технологии при изготовлении изделий, применяя современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов и их взаимодействие с окружающей средой.</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет грамотно использовать инновационные технологии при изготовлении изделий, применяя современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов и их взаимодействие с окружающей средой.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: грамотно использовать инновационные технологии при изготовлении изделий, применяя современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов и их взаимодействие с окружающей средой. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: грамотно использовать инновационные технологии при изготовлении изделий, применяя современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов и их взаимодейст-</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: грамотно использовать инновационные технологии при изготовлении изделий, применяя современные представления о влиянии</p>

		оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	вие с окружающей средой. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	микро- и наноструктуры на свойства материалов и их взаимодействие с окружающей средой. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<i>владеть:</i> - инновационными технологиями и использовать их при изготовлении изделий из различных материалов.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет инновационными технологиями и использованием их при изготовлении изделий из различных материалов.	Обучающийся владеет в неполном объеме инновационными технологиями и использованием их при изготовлении изделий из различных материалов, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет инновационными технологиями и использованием их при изготовлении изделий из различных материалов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет инновационными технологиями и использованием их при изготовлении изделий из различных материалов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:
Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Аддитивные технологии в материаловедении» (указывается что именно – прошли промежуточный контроль, выполнили задания к практическим занятиям, выступили с докладом и т.д.)

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) Основная литература:

1. Материаловедение: учебник для студ. высш. проф. образования / Г. М. Волков, В. М. Зуев - М. : Издательский центр «Академия», 2013, 448 с.
2. Объемные наноматериалы / Г.М. Волков – М.: «КноРус», 2013
3. Материаловедение и технологии конструкционных материалов: учебник для студ. высш. проф. образования / В.Б. Арзамасов, А.А. Черепяхин /, М.: Издательство «Академия», 2008 г.

б) Дополнительная литература:

1. Г.М. Волков (ред.) Методические указания «Теория сплавов», МГТУ «МАМИ», 2005 г.
2. Л.В. Давыденко, А.И. Прохорова, А.О. Борисова «Механические свойства» Методическое пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», электр. издание, Университет машиностроения, 2015 г.

3. Г.М. Волков и др. Выбор сплавов, Часть 1. Выбор сплавов чёрных и цветных металлов. Методическое пособие. 2009г.
4. Г.М. Волков Нанотехнологии и наноматериалы. Методическое пособие. 2009г
5. Технология литейного производства. Специальные виды литья. Под ред. В.А. Рыбкина, М.: Издательство «Академия», 2005 г.
6. А.И. Прохорова. Поверхностная лазерная обработка. Методическое пособие по курсу «Инновации в металлургии» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия», электр. издание, Университет машиностроения, 2016 г.
7. Аддитивные технологии в машиностроении. Учебное пособие./М.А. Зленко, А.А. Попович, И.Н. Мутылина – Санкт-Петербург: С-Пб ГПУ, 2013, 222 с.

в) Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте Московского Политеха в разделе «Библиотека. Электронные ресурсы»

<http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog>

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

<http://materiall.ru/>

<http://supermetalloved.narod.ru/12.pdf>

http://metall-2006.narod.ru/metall_slaid_lekcia.html

http://www.zodchii.ws/downloads/zodchii/himiya/arzamasov_-_materialovedenie.zip

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

<p>Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1316. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16</p>	<p>Столы учебные со стульями, аудиторная доска, переносной проектор. Рабочее место преподавателя: стол, стул.</p>
<p>Аудитория для лекционных, лабораторных, практических занятий ав.1313. 115280, г. Москва, Автозаводская, д. 16</p>	<p>Столы учебные со стульями, аудиторная доска. Рабочее место преподавателя: стол, стул; переносной проектор + экран, компьютер.</p>

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов по инновационным технологиям получения изделий, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к практическим занятиям;
- составление и оформление докладов и рефератов по отдельным темам программы;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу

- Ионное азотирование (ПК-5)
- Электроискровое легирование (ПК-5)
- Имплантация ионов (ПК-5)
- Техническая керамика. (ПК-5)
- Лазерная обработка. (ПК-5)
- Плазменные и детонационные покрытия. (ПК-5)
- Получение нанопокровов. (ПК-6)
- Способы модификации синтетических каучуков, выпускаемых промышленностью, на стадии синтеза и переработки для придания им новых свойств. (ПК-6)
- Технологии получения полимерных материалов с эффектом памяти форм, многокомпонентных наноматериалов. (ПК-6)
- Применение точных разверток и раскройных станков. (ПК-6)
- Применение точных заготовок и лазерных проекций мест их выкладки. (ПК-6)
- Использование специализированного программного обеспечения различных компаний, компьютерная обработка данных. (ПК-6)

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «Аддитивные технологии в материаловедении» следует уделять изучению физической сущности явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации, рациональных способов производства и обработки черных и цветных металлов и сплавов, а также прогрессивных способах упрочнения материалов, используемых в машиностроении.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и практических занятий.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- методические указания и пособия для выполнения практических и лабораторных работ.

Программа дисциплины «Аддитивные технологии в материаловедении» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»** по профилю подготовки «**Перспективные материалы и технологии**».

Программу составил:

доцент, к.т.н.

 / А.И. Прохорова /

Программа дисциплины «Инновационные технологии получения изделий» по направлению **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»** утверждена на заседании кафедры «Материаловедение»

«22» апреля 2020 г. протокол № 12

Заведующий кафедрой
профессор, д. т. н.

 / А.Д. Шляпин /

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению **22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»** по профилю подготовки «**Перспективные материалы и технологии**».

К.т.н., доцент

/ И.А. Курбатова /

«22» апреля 2020 г.



Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии машиностроительного факультета

Председатель комиссии

 / Василина А.Н.
«25» 06 2020 г. Протокол № 8-20

22.03.01/01/12

**Структура и содержание дисциплины «Аддитивные технологии в материаловедении» по направлению подготовки
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»
по профилю подготовки «Перспективные материалы и технологии»**

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб.	СРС	КСР	КР	КП	РГР	Реф.	К/Р	Э	З
1. Вводная часть. Значение и задачи курса «Инновационные технологии получения изделий». Понятие технологии. Её место и значение в научно-техническом процессе. Критические технологии и их выбор. Критерии оценки и выбора технологии производства и обработки материалов. Работы отечественных и зарубежных ученых в инновационном развитии в области машиностроения.	8	1	1			2								
2. Надежность и долговечность машин. Проблема повышения качества деталей машин. Технологическая наследственность. Условия нагружения и характер разрушения деталей (механическое, тепловое, химическое,	8	1	1			2								

электрохимическое, кавитационное и др.). Основные причины выхода деталей из строя.														
3. Перспективные технологии упрочнения поверхности изделий <i>Конденсация вещества из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой (метод КИБ). Получение вакуумных покрытий. Нанесение покрытий с помощью ионного распыления. Нанесение покрытий из плазмы разряда с холодным и горячим катодом. Лазерная обработка. Плазменные и детонационные покрытия. Получение нанопокровтий.</i>	8	1	2			6								
4. Практическое занятие <i>«Технологии упрочнения поверхности изделий».</i>	8	2		2		4	+							
5. Современные способы производства различных материалов <i>Методы получения аморфных металлов и сплавов. Перспективы применения аморфных металлических материалов.</i> <i>Способы получения перспективных термопластов и терморектопластов. Новые технологии дополнительной обработки и модификации элементоорганических полимерных материалов. Современные методы получения полимеров, наполненных наноразмерными частицами. Техноло-</i>	8	2	1			6								

<i>гии получения полимерных материалов с эффектом памяти форм, многокомпонентных наноматериалов.</i>														
6. Практическое занятие <i>«Современные способы производства различных материалов»</i>		3		2		4	+							
7. Инновационные технологии производства изделий из композиционных материалов <i>Технологии изготовления деталей из композиционных материалов: пропитка армирующих волокон матричным материалом; формирование в пресс-форме лент упрочнителя и матрицы, получаемых намоткой; холодное прессование компонентов с последующим спеканием; электрохимическое нанесение покрытий на волокна с последующим прессованием; осаждение матрицы плазменным напылением на упрочнитель с последующим обжатием; пакетная диффузионная сварка монослойных лент компонентов; совместная прокатка армирующих элементов с матрицей.</i> <i>Технология изготовления деталей с использованием препрегов (полуфабрикатов, представляющих собой материал основы, пропитанный связующим составом).</i>	8	2	1			6								

8. Практическое занятие «Иновационные технологии производства изделий из композиционных материалов»		3		2		6	+							
9. Современные методы технологической переработки наночастиц в объемный материал Конденсационный способ получения дисперсных частиц вещества. Термины «сверху-вниз» и «снизу-вверх». Основные технологические операции нанотехнологии по компактированию порошкообразного полуфабриката. Современные технологические приемы для получения изделий с низкой пористостью. Перспективная моностадийная технология производства объемных наноматериалов модельной системы углерод – углерод. Модифицирование полимеров наночастицами. Использование термомеханической обработки металлов для измельчения структуры до наноразмерного диапазона (фрагментирование). Интенсивная пластическая деформация (равноканальное угловое прессование). Метод всесторонней изотермическойковки («abc» - прессование).	8	4	2			6								
10. Практическое занятие «Современные методы технологической переработки	8	4		2		6	+							

<i>наночастиц в объемный материал»</i>														
11. Аддитивные технологии. <i>Терминология и классификация, исторические предпосылки. Отверждение слоя фотополимера посредством лазерного луча. Послойное лазерное спекание порошковых материалов, в частности полимеров. Послойное лазерное спекание металлопорошковых композиций. Нанесение слоя фотополимера через многосопловую головку и его отверждение посредством засветки ультрафиолетовой лампой. Послойное наложение расплавляемых нитевидных полимеров. Отверждение слоя порошкового материала путем нанесения связующего состава через многосопловую головку (по типу струйного 3D-принтера). Машины и оборудование для выращивания металлических изделий.</i>	8	5 - 9	10			6								
12. Практическое занятие «Машины и оборудование для выращивания металлических изделий»	8	5, 6		4		6	+							
13. Практическое занятие «Аддитивные технологии и литейное производство»	8	7, 8		4		6	+							
14. Практическое занятие «Аддитивные технологии и порошковая металлургия»	8	9		2		6	+							
Форма аттестации	8													+
Всего часов по дисциплине	8		18	18		72								

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки:
22.03.01 «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»
ОП (профиль): «Перспективные материалы и технологии»
Форма обучения: очная
Вид профессиональной деятельности:
научно-исследовательская и расчетно-аналитическая деятельность;

Кафедра: «Материаловедение»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Аддитивные технологии в материаловедении

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Рольевые игры

Вопросы к зачету

Составитель:

доцент, к.т.н. Прохорова А.И.

Таблица 3 Паспорт ФОС по дисциплине «Аддитивные технологии в материаловедении»

Код компетенции	Элементы компетенции (части компетенции)	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины по рабочей программе	Периодичность контроля	Виды контроля	Способы контроля	Средства контроля
1	2	3	4	5	6	7
ПК-5	Знания знать современные методы комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям.	Разделы 1 – 8	ТЕК, ПА	3	Устно П	Зач. билет
	Умения: уметь грамотно применять современные методы комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям.	Разделы 1 – 8	ТЕК, ПА	3	Устно П	Зач. билет
	Навыки: владеть современными методами комплексных исследований и испытаний при изучении материалов и изделий, полученных по инновационным технологиям.	Разделы 1 – 8	ТЕК, ПА	3	Устно П	Зач. билет
ПК-6	Знания: знать современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов при использовании на практике инновационных технологий.	Разделы 9 – 14	ТЕК, ПА	3	Устно П	Зач. билет
	Умения: уметь грамотно использовать инновационные технологии при изготов-	Разделы 9 – 14	ТЕК, ПА	3	Устно П	Зач. билет

	лении изделий, применяя современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов и их взаимодействие с окружающей средой.					
	Навыки: владеть инновационными технологиями и использовать их при изготовлении изделий из различных материалов.	Разделы 9 – 14	ТЕК, ПА	3	Устно П	Зач. билет

- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 3 к РП.

**Перечень оценочных средств по дисциплине
«Аддитивные технологии в материаловедении»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Деловая и/или ролевая игра (ДИ)	Совместная деятельность группы обучающихся и педагогического работника од управлением педагогического работника с целью решения учебных и профессионально - ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.	Тема (проблема), концепция, роли и ожидаемый результат по каждой игре
4	Устный опрос (3 - зачет)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала.	Комплект билетов для зачета

1. Билеты к зачету

1. Назначение: Используются для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Аддитивные технологии в материаловедении»
2. Регламент зачета: - Время на подготовку тезисов ответов - до 30 мин
- Способ контроля: устные ответы.
3. Шкала оценивания:
«Зачтено» - если студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
«Не зачтено» - если студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Перечень вопросов к зачету

1. Методы физического осаждения покрытий(ПК-5).
2. Конденсация вещества из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой (метод КИБ) (ПК-5).
3. Получение вакуумных покрытий. Нанесение покрытий с помощью ионного распыления (ПК-5).
4. Нанесение покрытий из плазмы разряда с холодным и горячим катодом (ПК-5).

5. Структура и свойства вакуумных покрытий **(ПК-5)**.
6. Ионное азотирование **(ПК-5)**.
7. Способы получения перспективных термопластов и терморектопластов **(ПК-5)**.
8. Новые технологии дополнительной обработки и модификации элементоорганических полимерных материалов **(ПК-5)**.
9. Современные методы получения полимеров, наполненных наноразмерными частицами: особенности структуры и свойств **(ПК-5)**.
10. Особенности аморфного состояния. Критическая скорость охлаждения расплава. Физико-химические факторы формирования аморфного состояния **(ПК-5)**.
11. Классификация аморфных металлических сплавов. Бездиффузионное затвердевание расплава. Образование аморфной структуры **(ПК-5)**.
12. Методы получения аморфных металлов и сплавов **(ПК-5)**.
13. Современные способы производства аморфных материалов. Практическое использование и перспективы применения аморфных металлических материалов **(ПК-5)**.
14. Современные средства проектирования и подготовки производства изделий из композитов **(ПК-5)**.
15. Технологии изготовления деталей из композиционных материалов, включая ручные и автоматизированные методы **(ПК-5)**.
16. Пропитка армирующих волокон матричным материалом **(ПК-5)**.
17. Формирование в пресс-форме лент упрочнителя и матрицы, получаемых намоткой **(ПК-5)**.
18. Холодное прессование компонентов с последующим спеканием **(ПК-5)**.
19. Электрохимическое нанесение покрытий на волокна с последующим прессованием **(ПК-5)**.
20. Осаждение матрицы плазменным напылением на упрочнитель с последующим обжатием **(ПК-5)**.
21. Пакетная диффузионная сварка монослойных лент компонентов **(ПК-5)**.
22. Совместная прокатка армирующих элементов с матрицей **(ПК-5)**.
23. Технология изготовления деталей с использованием препрегов **(ПК-5)**.
24. Композиты с металлической матрицей. Дисперсноупрочненные композиционные материалы, особенности механизма упрочнения **(ПК-5)**.
25. Дисперсноупрочненные композиты на основе алюминия, никеля и других металлов **(ПК-5)**
26. Волокнистые композиционные материалы на алюминиевой и никелевой матрицах **(ПК-5)**
27. Порошковые композиционные материалы (керметы) антифрикционного и фрикционного назначения. Фильтры **(ПК-5)**
28. Композиты с полимерной матрицей. Полимерная матрица композиционных материалов. Фенолформальдегидная, эпоксидная и кремнийорганическая матрица композиционных материалов **(ПК-5)**
29. Волокнистые композиционные материалы на полимерной матрице (карбоволокниты, бороволокниты, органоволокниты) **(ПК-5)**
30. Композиционные материалы на полимерной матрице с порошковым наполнителем (пластмассы) **(ПК-5)**
31. Дисперсионный способ получения дисперсных частиц вещества **(ПК-6)**.
32. Конденсационный способ получения дисперсных частиц вещества **(ПК-6)**.
33. Термины «сверху-вниз» и «снизу-вверх» **(ПК-6)**.
34. Основные технологические операции нанотехнологии по компактированию порошкообразного полуфабриката **(ПК-6)**.

35. Современные технологические приемы для получения изделий с низкой пористостью **(ПК-6)**.
36. Перспективная моностадийная технология производства объемных наноматериалов модельной системы углерод – углерод **(ПК-6)**.
37. Модифицирование полимеров наночастицами **(ПК-6)**.
38. Использование термомеханической обработки металлов для измельчения структуры до наноразмерного диапазона (фрагментирование) **(ПК-6)**.
39. Интенсивная пластическая деформация (равноканальное угловое прессование) **(ПК-6)**.
40. Метод всесторонней изотермическойковки («abc» - прессование) **(ПК-6)**.
41. Аддитивные технологии. Терминология и классификация, исторические предпосылки **(ПК-6)**.
42. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий **(ПК-6)**.
43. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование **(ПК-6)**.
44. Литье в эластичные силиконовые формы **(ПК-6)**.
45. Литье под низким давлением **(ПК-6)**.
46. Создание твердотельных объектов с помощью принтеров **(ПК-6)**.
47. Изготовление моделей из вспененных пластмасс **(ПК-6)**.
48. Литье прототипов в опытных формах **(ПК-6)**.
49. Аддитивные технологии и литейное производство **(ПК-6)**.
50. Технологии Quick-Cast (выращивание литейной модели из фотополимера на SLA-машине с последующим литьем по выжигаемой модели) **(ПК-6)**.
51. Общая последовательность процесса аддитивного производства **(ПК-6)**.
52. Основные этапы аддитивного производства **(ПК-6)**.
53. Настройка оборудования для аддитивного производства **(ПК-6)**.
54. Процесс построения изделия **(ПК-6)**.
55. Постобработка изделия **(ПК-6)**.
56. Различия технологий аддитивного производства (фотополимеры, порошки, расплавленные и твердые листовые материалы) **(ПК-6)**.
57. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий **(ПК-6)**.
58. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование **(ПК-6)**.
59. Компьютерная томография **(ПК-6)**.

Темы докладов

по дисциплине «Аддитивные технологии в материаловедении»
(наименование дисциплины)

Тема «Инновационные технологии производства изделий из композиционных материалов» **(ПК-5)**

1. Современные средства проектирования и подготовки производства изделий из композитов.
2. Технологии изготовления деталей из композиционных материалов, включая ручные и автоматизированные методы.
3. Пропитка армирующих волокон матричным материалом.
4. Формирование в пресс-форме лент упрочнителя и матрицы, получаемых намоткой.
5. Холодное прессование компонентов с последующим спеканием.
6. Электрохимическое нанесение покрытий на волокна с последующим прессованием.
7. Осаждение матрицы плазменным напылением на упрочнитель с последующим обжати-ем.
8. Пакетная диффузионная сварка монослойных лент компонентов.
9. Совместная прокатка армирующих элементов с матрицей.
10. Технологии изготовления деталей с использованием препрегов.

11. Применение точных разверток и раскройных станков, а также точных заготовок и лазерных проекций мест их выкладки.
12. Использование специализированного программного обеспечения различных компаний, компьютерная обработка данных.
13. Порошковые композиционные материалы (керметы) антифрикционного и фрикционного назначения. Фильтры.
14. Композиты с полимерной матрицей. Полимерная матрица композиционных материалов. Фенолформальдегидная, эпоксидная и кремнийорганическая матрица композиционных материалов.
15. Волокнистые композиционные материалы на полимерной матрице (карбоволокниты, бороволокниты, органоволокниты).
16. Композиционные материалы на полимерной матрице с порошковым наполнителем (пластмассы).
17. Технологии получения полимерных материалов с эффектом памяти форм, многокомпонентных наноматериалов.

Тема «Аддитивные технологии» (ПК-6)

1. Терминология и классификация, исторические предпосылки
2. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий
3. Группы Bed Deposition и Direct Deposition
4. Технологии селективного лазерного сплавления – SLM- технологии. Особенность технологий, использующих лучевой источник тепла.
5. Установки с встроенными стереомикроскопами.
6. Использование в качестве источника энергии электронного луча.
7. Технологии послойного синтеза. Выращивание «грин-моделей».
8. Аддитивные технологии и быстрое прототипирование
9. Литье в эластичные силиконовые формы
10. Литье под низким давлением
11. Создание твердотельных объектов с помощью принтеров
12. Изготовление моделей из вспененных пластмасс
13. Литье прототипов в опытных формах
14. Аддитивные технологии и литейное производство
15. Технологии Quick-Cast (выращивание литейной модели из фотополимера на SLA-машине с последующим литьем по выжигаемой модели).
16. Литье в выращенные песчаные формы на машинах типа S-Max
17. Литье полиуретановых смол в силиконовые формы
18. Аддитивные технологии и порошковая металлургия
19. Материалы для «металлических» АМ-машин. Методы получения металлических порошков
20. Методы получения нанокристаллических материалов. Атомайзеры и металлопорошковые композиции для использования в АМ-машинах
21. Компьютерная томография для измерений и неразрушающего контроля литых и металлопорошковых изделий

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если раскрыта тема доклада. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности.....;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если не раскрыта тема доклада, допускаются значительные ошибки

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Московский политехнический университет

Направление подготовки:

22.03.01 «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

ОП (профиль): «Перспективные материалы и технологии»

Кафедра: «Материаловедение»

(наименование кафедры)

Деловая (ролевая) игра (ПК-6)

по дисциплине «Аддитивные технологии в материаловедении»

(наименование дисциплины)

1 Тема (проблема) «Поверхностная лазерная обработка».....

2 Концепция игры: Выбор оптимального режима дополнительного упрочнения рабочих кромок термообработанных вырубных штампов из стали X12M с помощью лазерной обработки на установке «Квант-15».

3 Роли:

- ... начальник ЦЗЛ.....;

- ... инженеры-исследователи.....;

4 Ожидаемый (е) результат(ы) Разработка рекомендаций для составления технологии лазерного упрочнения рабочей поверхности вырубных штампов применительно к заводским условиям.....

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент без ошибок описывает превращения, происходящие при лазерной закалке стали; дает рекомендации по режимам лазерного упрочнения стали X12M.....

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент допускает грубые ошибки при описании превращений, происходящих при лазерной закалке стали; дает неправильные рекомендации по режимам лазерного упрочнения стали X12M.....

Составитель

(подпись)

Прохорова А.И.

« ____ » _____ 20 ____ г.