Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2023 14:06:53
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения

_____/Е.В. Сафонов/

«__» _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аддитивные технологии и способы их применения»

Направление подготовки

22.03.02 «Металлургия»

Профиль «Инновации в металлургии»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очно-заочная

Москва 2022

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки **22.03.02 «Металлургия»**, профиль подготовки **«Инновации в металлургии»**

Программа дисциплины «**Аддитивные технологии и способы их применения**» согласована и утверждена на заседании кафедры «Металлургия»

« 31 » августа 2022 г., протокол № 11-08

Заведующий кафедрой _____/Шульгин А.В. /

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки **22.03.02 «Металлургия»**

_____ / Хламкова С.С. /

« 31 » августа 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии _____ /А.Н. Васильев/
«13» 09 2022 г., протокол № 14-22

Присвоен регистрационный номер 22.03.02.02/56.2022

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины. В соответствии с требованиями основной целью курса «Аддитивные технологии и способы их применения» является формирование инженерных компетенций в области разработки, проектирования и изготовления изделий с использованием аддитивных технологий; в области разработки и внедрения аддитивных технологий изготовления машиностроительных изделий; в области модернизации действующих и проектировании новых эффективных машиностроительных производств различного назначения; а также применения систем экологической безопасности машиностроительных производств.

Задачи дисциплины: - сформировать системное представление о исторических предпосылках появления аддитивных технологий; - изучение информации о машинах и оборудовании для выращивания металлических изделий; - усвоение алгоритма изготовления технологической оснастки с применением 3D принтера - приобретение навыки проведения контроля качества готового изделия с использованием 3D сканера (координатно-измерительной машины).

Программа призвана обеспечивать наращивание профессиональных компетенций специалистов по разработке технологий аддитивного производства в области лазерных процессов. Предметом дисциплины «Аддитивные технологии» являются технологические приемы послойного построения моделей, форм, мастер-моделей и т.д. путем фиксации слоев модельного материала и их последовательного соединения между собой разными способами: спеканием, сплавлением, склеиванием, полимеризацией - в зависимости от нюансов конкретной технологии.

Идеология аддитивных процессов базируется на технологиях, в основе которых - цифровое описание изделия, его компьютерная модель или так называемая CAD-модель. При использовании аддитивных технологий все стадии реализации проекта - от идеи до материализации (в любом виде - промежуточном или в виде готовой продукции) находятся в «дружественной» технологической среде, в единой технологической цепи, где каждая технологическая операция также выполняется в цифровой CAD/CAM/CAE-системе.

2.Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Аддитивные технологии и способы их применения» относится к числу элективных дисциплин образовательной программы бакалавриата по профилю «Инновации в металлургии». Взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части:

- Физика;

- Металлургические технологии

В части, формируемой участниками образовательных отношений:

- Механические и физические свойства металлов;
- Физическая химия;
- Технология получения продукции из разнородных металлов и порошков;
- Порошковая металлургия;
- Методы неразрушающего контроля металлов и сплавов.

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

В результате освоения дисциплины 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**
ОПК-1	Способностью решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	− знает: основы истории, философии, математики, физики, химии, информационно-коммуникационных технологий, инженерной и компьютерной графики − умеет: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования − имеет навыки: решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, **математического** анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания
ОПК-8	Способностью понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	- знает: принципы работы информационных технологий; - умеет: использовать информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности − имеет навыки: использовать информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетных единицы, т.е. 72 академических часа (из них 36 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Аддитивные технологии и способы их применения» изучаются на третьем курсе.

Структура и содержание дисциплины «Аддитивные технологии и способы их применения» по срокам и видам работы отражены в приложении.

Содержание разделов дисциплины
Шестой семестр

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Терминология и классификация. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Характеристика рынка аддитивных технологий	6
2	2	Машины и оборудование для выращивания металлических изделий. Технологии литья металлов и пластмасс с использованием синтез-моделей и синтез-форм. Лазерная стереолитография. Технологии синтеза песчаных литейных форм. Машины для синтеза песчаных форм.	6
3	3	Материалы для «металлических» АМ-машин. Области применения порошковых материалов. Методы получения металлических порошков, технология получения заготовок из конструкционных и специальных сплавов распылением (атомизацией) металла.	6

Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия	Кол-во Часов
1	4	Разработка 3D моделей и рабочих чертежей на резинотехнические изделия	6
2	5	Разработка технологического процесса	6
3	6	Оценка качества готовых изделий	6

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Аддитивные технологии и способы их применения» 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:

- защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов практических работ;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового

тестирования;

- проведение контрольных работ;

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Аддитивные технологии и способы их применения» и в целом по дисциплине составляет 30% 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

Текущий контроль учебной деятельности студентов и учёт результатов этого контроля по дисциплине в целом позволяет студенту сформировать собственный план работы по изучению курса, способствует обеспечению ритмичности учебной деятельности обучаемых.
Для текущего контроля в данной дисциплине используется следующие подходы:
1) периодическая оценка результатов (2...4 раза в течение семестра) учебной деятельности каждого студента с учетом, как аудиторных занятий, так и графика выполнения самостоятельной работы (реализуется преподавателем проверкой посещаемости аудиторных занятий, ритмичности выполнения и защиты лабораторных работ, проверкой освоения материала и подготовки к выполнению тестов с помощью устного опроса);
2) проведение текущих контрольных мероприятий, а именно тестирования.
Тестирование включает три этапа. Дисциплина условно разбивается на две части. После изучения первой части студенты тестируются по вопросам, освещённым в первой части дисциплины. Далее изучается вторая часть, и тестирование осуществляется по вопросам, которые изучались во второй части. Третий этап тестирования - комплексный и содержит все вопросы, освещаемые в данной дисциплине.
Оценка обучения проводится по количеству правильных ответов на тестовые задания:
• более 75% правильных ответов - отлично;
• более 60%, но менее 75% правильных ответов - хорошо;
• от 30% до 60% правильных ответов - удовлетворительно;
• менее 30% правильных ответов - неудовлетворительно.
Данная оценка прямо не влияет на окончательную аттестацию студентов, а является мерой их работоспособности, тяги к знаниям и аккуратности в выполнении поставленных задач. Тем не менее, данное тестирование призвано не только для настройки обучаемых на добросовестное изучение дисциплины, но и дать представление преподавателю о методах эффективного преподнесения информации, о возможном освещении наиболее непонятных для студентов вопросов на аудиторных занятиях и в личных беседах.

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**
ОПК-1	Способностью решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания
ОПК-8	Способностью понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

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 -1 Способностью выбирать методы планирования, подготовки и проведения исследований, наблюдений, испытаний, измерений и применять их на практике, анализировать, обрабатывать и представлять результаты				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**

знать: как выбирать методы исследования,	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний методов исследования;	Обучающийся демонстрирует неполное знание выборов методов исследований. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное незнание методов исследований. Допускаются незначительные ошибки.	Обучающийся демонстрирует полное знание методов исследований.
уметь: планировать и проводить необходимые эксперименты.	Обучающийся не умеет планировать и проводить необходимые эксперименты.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаниям по проведению планирования и проведению необходимых экспериментов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения.	Обучающийся демонстрирует частичное незнание планирования и проведения необходимых экспериментов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.	Обучающийся демонстрирует умения планировать и проводить необходимые эксперименты. Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: навыками интерпретации результатов и делать выводы.	Обучающийся не владеет навыками интерпретации результатов и не умеет делать выводы.	Обучающийся владеет навыками интерпретации результатов и делать выводы. Обучающийся испытывает значительные затруднения.	Обучающийся частично владеет навыками интерпретации результатов и делать выводы, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.	Обучающийся свободно владеет навыками интерпретации результатов и делать выводы.
ОПК -1 Способностью решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания				

знать: взаимосвязь между структурой и свойствами металлических материалов; способы изменения структуры и свойств металлов при обработке (термической, механической)	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний взаимосвязи между структурой и свойствами металлических материалов; способов изменения структуры и свойств металлов при обработке	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: взаимосвязь между структурой и свойствами металлических материалов; способы изменения структуры и свойств металлов при обработке. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний взаимосвязь между структурой и свойствами металлических материалов; способы изменения структуры и свойств металлов при обработке; но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: взаимосвязь между структурой и свойствами металлических материалов; способы изменения структуры и свойств металлов при обработке, свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
ОПК-8 - Способностью понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности				
знать: - основные группы и марки обрабатываемых материалов, особенности их термообработки; - основные виды термической обработки;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний об основных группах и марок обрабатываемых материалов, особенностей их термообработки; - основных видах термической обработки;	Обучающийся демонстрирует неполное знание основных групп и марок обрабатываемых материалов, особенностей их термообработки; - основных видов термической обработки;	Обучающийся демонстрирует частичное некоторых марок сталей и способов их термообработки;	Обучающийся демонстрирует полное знание групп и марок обрабатываемых материалов, особенностей их термообработки; - основных виды термической обработки;

уметь: - применять методики контроля свойств материалов, после термической и химико-термической обработки. - проводить анализ качества изделий после термической и химико-термической обработки.	Обучающийся не умеет - применять методики контроля свойств материалов, после термической и химико-термической обработки. - проводить анализ качества изделий после термической и химико-термической обработки.	Обучающийся не умеет - применять некоторые методики контроля свойств материалов, после термической и химико-термической обработки. - проводить анализ качества некоторых изделий после термической и химико-термической обработки.	Обучающий демонстрирует частичное незнание некоторых методик контроля и анализа изделий;	Обучающийся демонстрирует полное умение - применять методики контроля свойств материалов, после термической и химико-термической обработки. - проводить анализ качества изделий после термической и химико-термической обработки.
владеть: - навыками определения качества изделий в процессе термической обработки;	Обучающийся не владеет навыками определения качества изделий в процессе термической обработки;	Обучающийся е владеет навыками определения качества изделий в процессе термической обработки, но допускает значительные ошибки;	Обучающийся владеет навыками определения качества изделий в процессе термической обработки, но допускает незначительные ошибки;	Обучающийся полностью владеет навыками определения качества изделий в процессе термической обработки.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины Электронные образовательные ресурсы

http://www.netramm.com.

www.raymor.com.

https://lirias.kuleuven.be.

http://www.lia.org.

http : // cdn. intechweb. org/pdfs/12285 .pdf.

https://docs.google.com.

http://www.makrum.fi.

http://www.uasvision.com.

8. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов оценки свойств, анализа и выбора неметаллических материалов для оптимальной работы инновационной техники, 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 экзамену.

9. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «Аддитивные технологии и способы их применения» следует уделять изучению машин и оборудования для выращивания металлических изделий, технологии литья металлов и пластмасс с использованием синтез-моделей и синтез-форм, технологии синтеза песчаных литейных форм. Необходимо обращать внимание студентов на основные физические закономерности, действующие в процессе изготовления качественных изделий для инновационной техники и возможности современных информационных технологий.

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 лабораторных работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Контроль текущей успеваемости (учебных достижений) студентов

Тест № 1 (ПК-1, ОПК-8, ОПК-9)

Завершить определение:

Аддитивные технологии (от английского Additive Fabrication) - обобщенное название технологий, предполагающих изготовление изделия по данным цифровой модели (или CAD-модели) методом послойного добавления (add, англ. -

добавлять, отсюда и название) материала.

Тест № 2 (ПК-1, ОПК-8, ОПК-9)

Найти неправильный ответ

Выбор аддитивных технологий осуществляют исходя из оценки следующих критериев:

- стоимость приобретения;
- производительность;
- стабильность модельного материала;
- влажности и температуры окружающей среды

Тест № 3 (ПК-1**,** О**ПК-**8**,** О**ПК-**9**)**

Найти правильный ответ

Основными технологиями получения порошков для аддитивных машин являются:

- газовая адсорбция;
- вакуумная атомизация;
- центробежное ваккумирование
- компрессионное формование.

Приложение 2

Структура и содержание дисциплины «Аддитивные технологии и способы их применения»
по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия»

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
Десятый семестр														
Терминология и классификация. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Характеристика рынка аддитивных технологий.	6	2	6		-	6								
Машины и оборудование для выращивания металлических изделий. Технологии литья металлов и пластмасс с использованием синтез-моделей и синтез-форм. Лазерная стереолитография. Технологии синтеза песчаных литейных форм. Машины для синтеза песчаных форм.	6	4	6			6					+			
Материалы для «металлических» АМ-машин. Области применения порошковых материалов. Методы получения металлических порошков,	6	6	6			6					+			

технология получения заготовок из конструкционных и специальных сплавов распылением (атомизацией) металла.														
Разработка 3D моделей и рабочих чертежей на резинотехнические изделия.	6	8		6		6	+							
Разработка технологического процесса.	6	10		6		6								
Оценка качества готовых изделий.	6	12		6		6								
Форма аттестации	6	14												
Всего часов по дисциплине в шестом семестре			18	18		36								3

Аннотация программы дисциплины
«Аддитивные технологии и способы их применения»

1. Цели и задачи дисциплины

Целями дисциплины является:

– знакомство студентов с особенностями современных технологических процессов, подразумевающих изготовление изделий на основе компьютерных CAD-моделей (прототипирование), с последующим постепенным, послойным «выращиванием» на специальном оборудовании – 3D-принтерах (аддитивные технологии);

– подготовка студентов к производственной, проектно- конструкторской и исследовательской деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению.

В ряде случаев использование инновационных (аддитивных) технологий может внести существенные улучшения в традиционное производство и обеспечить выпуск относительно дешевой, качественной и надежной продукции.

Основными аддитивными технологическими процессами является послойное выращивание изделий на основе пластиковой нити (FDM- технология); селективное (выборочное) лазерное сплавление металлических порошков (SLM-технология); селективное (выборочное) лазерное спекание полимерных порошков (SLS-технология).

Задачи дисциплины:

– расширение научного кругозора в области технологических наук, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Аддитивные технологии и способы их применения» относится к числу дисциплин по выбору образовательной программы бакалавриата по профилю «Инновации в металлургии». Взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части:

- Физика;

- Металлургия.

В части, формируемой участниками образовательных отношений:

- Механические и физические свойства металлов;
- Физическая химия;
- Технология получения продукции из разнородных металлов и порошков;
- Порошковая металлургия;
- Методы неразрушающего контроля металлов и сплавов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Аддитивные технологии и способы их применения» студенты должны:

знать:

– тенденции развития прецизионных технологий и средств автоматизированного проектирования сложных изделий машиностроения; аппаратурную базу аддитивных технологий, классификацию, принцип действия, особенности эксплуатации; методы и средства прецизионных измерений сложных деталей;

уметь:

– разрабатывать алгоритм изготовления технологической оснастки с применением 3D-принтера; проводить контроль качества готового изделия с использованием 3D-сканера (координатно-измерительной машины); **владеть:**

– навыками применения современных средств автоматизации, методов проектирования, математического, физического и компьютерного моделирования технологических процессов и машиностроительных производств; навыками создания и корректировки средствами компьютерного проектирования CAD-модели изделий.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		10
Общая трудоемкость	**72 (2 з.е.)**	**72 (2 з.е.)**
Аудиторные занятия (всего)	**36**	**36**
В том числе		
лекции	**18**	**18**
Практические занятия	**18**	**18**

Лабораторные занятия	**нет**	**нет**
Самостоятельная работа	**36**	**18**
Курсовая работа	**нет**	**нет**
Курсовой проект	**нет**	**нет**
Вид промежуточной аттестации		**Зачет**