

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 29.09.2023 12:55:13

Уникальный идентификатор документа:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Применение аддитивных технологий в проектировании
технологического оборудования»**

Направление подготовки

15.04.02 – «Технологические машины и оборудование»

**Образовательная программа: «Инжиниринг технологических
производств»**

Квалификация (степень) выпускника

Магистр


Формы обучения

Очная

Москва 2022 г.

Разработчик(и):

доцент каф. «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М. Б. Генералова»,
к.т.н., доцент

 /Н.С.Трутнев/**Согласовано:**

И. о. зав. кафедрой «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М. Б. Генералова»,

к.т.н., доцент

 /А. С. Соколов/

1. Цели освоения дисциплины.

Основные тенденции и перспективы развития промышленности заключаются в создании новейших материалов и высокоэффективного специализированного оборудования, основанного на реализации новейших достижений науки и техники, в частности в области аддитивных технологий.

К **основным целям** освоения дисциплины «Применение аддитивных технологий в проектировании химического оборудования» следует отнести:

– формирование знаний об основных методах проектирования, физических свойствах и практическом применении функциональных материалов аддитивного производства при проектировании химического оборудования;

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению, в том числе формирование умений по разработке новых, более эффективных функциональных материалов, обеспечивающих надежность и стабильность работы технологического оборудования.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Применение аддитивных технологий в проектировании химического оборудования» следует отнести:

– освоение методологии проектирования функциональных материалов в аддитивном производстве, освоение методик определения физико-механических характеристик дисперсных материалов, освоение методов и оборудования для измельчения, классификации, дозирования, смешения, формования и спекания порошковых материалов.

1. Место дисциплины в структуре ООП магистра.

Дисциплина «Применение аддитивных технологий в проектировании химического оборудования» относится к числу учебных дисциплин части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений основной образовательной программы магистра. «Применение аддитивных технологий в проектировании химического оборудования» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОП:

- Математическое моделирование химико-технологических процессов
- Использование прикладных программ при проектировании нового оборудования.

2. 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
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	<p>УК-6.1. Знать: знает методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения.</p> <p>УК-6.2. Уметь: умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности.</p> <p>УК-6.3. Владеть: владеет технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик.</p>
ПК-1	Сбор, изучение и анализ научно-технической информации; разработка планов и методик проведения научных исследований	<p>ПК-1.1. Владеть: владеет методами разработки планов и методических программ проведения исследований по определенной тематике; организацией сбора и изучения научно-технической информации по теме</p> <p>ПК-1.2. Знать: знает методы проведения исследований и разработок, актуальную нормативную документацию</p> <p>ПК-1.3. Уметь: умеет применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний</p>
ПК-4	Внедрять результаты исследований и	ПК-4.1. Владеть: владеет умением внедрения результатов исследований и разработок

	разработок, осуществлять контроль за внедрением результатов исследований и разработок	<p>ПК-4.2. Знать: знает методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок</p> <p>ПК-4.3. Уметь: умеет применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок</p>
--	---	---

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единицы, т.е. **144** академических часов (из них 90 часа – самостоятельная работа студентов).

Аудиторных занятий – 3 часа в неделю (54 часов), в том числе лекций – 1 час в неделю (18 часов); практических занятий – 2 часа в неделю (36 часов).

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Применение аддитивных технологий в проектировании химического оборудования» по срокам и видам работы отражены в **Приложении 1** к рабочей программе.

Содержание разделов дисциплины

1. Введение. Предмет, задачи и содержание дисциплины. Основные понятия и определения. Национальные стандарты Российской Федерации в области аддитивных технологий. Состояние аддитивных технологий в мире. Перспективы аддитивных технологий в России

2. Виды аддитивных технологий и свойства используемых материалов (АБС-пластик. PLA- термопластичный материал. Nylon. LAYWOOD- композитный материал). Стереолитография. Метод послойной наплавки (FDM). Струйная печать (IJP, Inkjet Printing).

3. Технология лазерного спекания (SLS, DMLS). Селективное лазерное спекание (SLM, Selective Laser Melting). Материалы, используемые в этих технологиях.

4. Лазерное нанесение металлов (LMD, Laser Metal Deposition). Электронно-лучевая плавка (EBM, Electron Beam Melting). Послойное изготовление объектов из листового материала (LOM, Laminated Object Modeling). Материалы, используемые в этих технологиях.

5. Основы проектирования функциональных порошковых материалов для аддитивных технологий. Исходные данные для проектирования. Составление технического задания и использование средств автоматизации при проектировании материалов для аддитивных технологий.

6. Методы и технологии получения металлопорошковых материалов для целей аддитивных технологий. Выпуск металлических порошков для аддитивных технологий в России.

7. Общие вопросы подготовки компонентов функциональных материалов. Способы и оборудование для подготовки сыпучих порошков.

8. Методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.

5. Образовательные технологии.

При изучении дисциплины «Применение аддитивных технологий в проектировании химического оборудования» используются интерактивные технологии обучения, технологии проектного обучения, компьютерные технологии. Технологии интерактивного обучения направлены на усвоение знаний, формирование умений и навыков. Используются диспуты, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способность формулировать проблему, выбирать способы и средства для ее решения; коллективная деятельность в группах при выполнении практических заданий, направленная на объединение усилий для выполнения поставленной задачи или решения проблемы.

Технология проектного обучения ориентирована на творческую реализацию личности путем развития его интеллектуальных и творческих способностей. Данная технология реализуется при оформлении презентаций.

Использование компьютерных технологий заключается в использовании мультимедийных средств в подготовке презентаций с использованием слайдов, использования студентами компьютерной техники при выполнении реферата.

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

По итогам освоения дисциплины предусмотрены следующие оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации: презентации по темам рефератов; подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях.

Итоговой формой аттестации является зачет. Контрольные вопросы для проведения текущего контроля приведены в приложении 2.

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 следующая компетенция:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
ПК-1	Сбор, изучение и анализ научно-технической информации; разработка планов и методик проведения научных исследований
ПК-4	Внедрять результаты исследований и разработок, осуществлять контроль за внедрением результатов исследований и разработок

В процессе освоения образовательной программы данная компетенция, 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).

УК-6 - Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
Знать: методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний методики самооценки, самоконтроля и	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний методики самооценки,

<p>зованием подходов здоровьесбережения.</p>	<p>саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения.</p>	<p>подходов здоровьесбережения. Допускаются значительные ошибки, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>подходов здоровьесбережения. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения</p>	<p>самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения. Свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p>Уметь: решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности.</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие требованиям умений решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие требованиям умений решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие требованиям уметь решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять</p>

				<p>методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности. Свободно оперирует приобретенными умениями.</p>
<p>Владеть: технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самобразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик.</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самобразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик.</p>	<p>Обучающийся частично владеет технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самобразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик, но испытывает значительные затруднения при переносе полученных знаний на новые объекты</p>	<p>Обучающийся частично владеет технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самобразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик, но имеются отдельные неточности при переходе к новым объектам</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самобразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик.</p>
<p>ПК-1 - Сбор, изучение и анализ научно-технической информации; разработка планов и методик</p>				

проведения научных исследований				
<p>Знать: методы проведения исследований и разработок, актуальную нормативную документацию</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное ЗНАНИЕ методов проведения исследований и разработок, актуальную нормативную документацию</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное ЗНАНИЕ методов проведения исследований и разработок, актуальную нормативную документацию. Допускаются значительные ошибки, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное ЗНАНИЕ методов проведения исследований и разработок, актуальную нормативную документацию. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие ЗНАНИЯ методов проведения исследований и разработок, актуальную нормативную документацию. Свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p>Уметь: применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие требованиям применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие требованиям применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие УМЕНИЯМ применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний. Свободно оперирует приобретенными умениями.</p>

<p>Владеть: методами разработки планов и методических программ проведения исследований по определенной тематике; организацией сбора и изучения научно-технической информации по теме</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами разработки планов и методических программ проведения исследований по определенной тематике; организацией сбора и изучения научно-технической информации по теме</p>	<p>Обучающийся частично владеет методами разработки планов и методических программ проведения исследований по определенной тематике; организацией сбора и изучения научно-технической информации по теме, но испытывает значительные затруднения при переносе полученных знаний на новые объекты</p>	<p>Обучающийся частично владеет методами разработки планов и методических программ проведения исследований по определенной тематике; организацией сбора и изучения научно-технической информации по теме, но имеются отдельные неточности при переходе к новым объектам</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методами разработки планов и методических программ проведения исследований по определенной тематике; организацией сбора и изучения научно-технической информации по теме</p>
<p>ПК-4 - Внедрять результаты исследований и разработок, осуществлять контроль за внедрением результатов исследований и разработок</p>				
<p>Знать: методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний методов внедрения и контроля результатов исследований и разработок.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний методов внедрения и контроля результатов исследований и разработок. Допускаются значительные ошибки, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний методов внедрения и контроля результатов исследований и разработок. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний методов внедрения и контроля результатов исследований и разработок. Свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p>Уметь: применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие требованиям умений применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие требованиям умений применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие требованиям уметь применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок. Свободно опе-</p>

				рирует приобретенными умениями.
Владеть: умением внедрения результатов исследований и разработок	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет умением внедрения результатов исследований и разработок	Обучающийся частично владеет умением внедрения результатов исследований и разработок, но испытывает значительные затруднения при переносе полученных знаний на новые объекты	Обучающийся частично владеет умением внедрения результатов исследований и разработок, но имеются отдельные неточности при переходе к новым объектам	Обучающийся в полном объеме владеет умением внедрения результатов исследований и разработок

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена 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 «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине (участвовали в дискуссии и устном опросе).

Шкала оценивания	Описание
Отлично	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.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	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. Сапунов, С.В. Материаловедение. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2015. — 208 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/56171> .

2. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебник для ВПО/ под редакцией Арзамасова В.Б., Черепихина А.А./

Арзамасов В.Б., Черепяхин А.А., Кузнецов В.А., Шлыкова А.В. и др., М.: издательство Академия, 2007, 2010 г.г. — 447 с.

3. Каллистер У., Ритвич Д. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры). — Спб.: Научные основы и технологии, 2015. — 900 с.

4.

б) дополнительная литература:

1. Генералов М.Б. Криохимическая нанотехнология: учеб. пособие / М.Б. Генералов – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 325 с.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

1. Программное обеспечение Microsoft Office Стандартный 2007 (Word, Excel, Power Point)

2. [РИНЦ: http://elibrary.ru/](http://elibrary.ru/)

3. [Scopus: www.scopus.com](http://www.scopus.com)

4. [Академия Google Scholar: https:// scholar.google.ru](https://scholar.google.ru)

5. [Электронные ресурсы РГБ: http://www.rsl.ru/ru/root3489/all](http://www.rsl.ru/ru/root3489/all)

6. Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте [http:// mospolytech.ru](http://mospolytech.ru) в разделе:

- «Библиотека. Электронные ресурсы»

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

- «Библиотека. Электронно-библиотечные системы»

<http://lib.mami.ru/lib/ebs>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

9. Лекционные аудитории, оснащенные компьютером, проектором для демонстрации слайдов, экраном (учебный корпус, расположенный по адресу: г. Москва, ул. Автозаводская, д.16; ауд. 4408, ауд. 4409, ауд. 4410, ауд. 4411).

10. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, 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. Студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала;

- 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 углубленное изучение отдельных тем дисциплины;
- - подготовка к лабораторным работам.

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;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы.

11. Методические рекомендации для преподавателя

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой (выполнением лабораторных работ, курсовой работы).

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

Для проведения занятий по дисциплине следует использовать средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническую документацию;
- проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Приложения к рабочей программе

1. Структура и содержание дисциплины.
5. Фонд оценочных средств.
6. Аннотация рабочей программы дисциплины.

Структура и содержание дисциплины «Применение аддитивных технологий в проектировании химического оборудования» по направлению подготовки 15.04.02 "Технологические машины и оборудование" (Магистр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды		
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К	
1	Введение. Предмет, задачи и содержание дисциплины. Основные понятия и определения. Национальные стандарты Российской Федерации в области аддитивных технологий. Состояние аддитивных технологий в мире. Перспективы аддитивных технологий в России	2	1	1	2						
2	Виды аддитивных технологий и свойства используемых материалов (АБС-пластик. PLA-термопластичный материал. Nylon. LAYWOOD-композитный материал). Стереолитография. Метод послойной наплавки (FDM). Струйная печать (IJP, Inkjet Printing).	2	2-3	2	4						
3	Технология лазерного спекания (SLS, DMLS). Селективное лазерное спекание (SLM, Selective Laser Melting). Материалы, используемые в этих	2	4-6	3	6						

	технологиях.									
4	Лазерное нанесение металлов (LMD, Laser Metal Deposition). Электронно-лучевая плавка (EBM, Electron Beam Melting). Послойное изготовление объектов из листового материала (LOM, Laminated Object Modeling). Материалы, используемые в этих технологиях.	2	7-9	3	6					
5	Основы проектирования функциональных порошковых материалов для аддитивных технологий. Исходные данные для проектирования. Составление технического задания и использование средств автоматизации при проектировании материалов для аддитивных технологий.	2	10-12	3	6					
6	Методы и технологии получения металлопорошковых материалов для целей аддитивных технологий. Выпуск металлических порошков для аддитивных технологий в России.	2	13-14	2	4					
7	Общие вопросы подготовки компонентов функциональных материалов. Способы и оборудование для подготовки сыпучих порошков.	2	15-16	2	4					
8	Методы стандартных испытаний по определению физико-механических	2	17-18	2	4					

	свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий									
	<i>Форма аттестации</i>									
	Всего часов по дисциплине			18	36		90			

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

ОП (профиль): «Инжиниринг технологических производств»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности: научно-исследовательская; проектно-конструкторская (В соответствии с ФГОС ВО)

Кафедра: «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**Применение аддитивных технологий в проектировании химического
оборудования**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Составитель: к.т.н., доцент Трутнев Н.С.

Москва, 2022 год

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ХИМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ					
ФГОС ВО 15.04.01 "Машиностроение"					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИН-ДЕКС	ФОРМУЛИРОВАНИЕ				
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	<p>УК-6.1. Знать: знает методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения.</p> <p>УК-6.2. Уметь: умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности.</p> <p>УК-6.3. Владеть: владеет технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки,</p>	Лекции, самостоятельная работа, семинарские (практические) занятия	УО, 3	<p>Базовый уровень: должен знать базовые технологические процессы в аддитивном производстве и основные типы оборудования</p> <p>Повышенный уровень должен знать базовые технологические процессы в аддитивном производстве, основные типы оборудования и выбирать технологические режимы при разработке процессов и аппаратов химических производств.</p>

ПК-1	Сбор, изучение и анализ научно-технической информации; разработка планов и методик проведения научных исследований	<p>ПК-1.1. Владеть: владеет методами разработки планов и методических программ проведения исследований по определенной тематике; организацией сбора и изучения научно-технической информации по теме</p> <p>ПК-1.2. Знать: знает методы проведения исследований и разработок, актуальную нормативную документацию</p> <p>ПК-1.3. Уметь: умеет применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний</p>	Лекции, самостоятельная работа, семинарские (практические) занятия	УО, З	<p>Базовый уровень: должен знать базовые технологические процессы в аддитивном производстве и основные типы оборудования</p> <p>Повышенный уровень должен знать базовые технологические процессы в аддитивном производстве, основные типы оборудования и выбирать технологические режимы при разработке процессов и аппаратов химических производств.</p>
------	--	---	--	----------	---

ПК-4	Внедрять результаты исследований и разработок, осуществлять контроль за внедрением результатов исследований и разработок	<p>ПК-4.1. Владеть: владеет умением внедрения результатов исследований и разработок</p> <p>ПК-4.2. Знать: знает методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок</p> <p>ПК-4.3. Уметь: умеет применять методы внедрения и контроля результатов исследований и разработок</p>	Лекции, самостоятельная работа, семинарские (практические) занятия	УО, 3	<p>Базовый уровень: должен знать базовые технологические процессы в аддитивном производстве и основные типы оборудования</p> <p>Повышенный уровень должен знать базовые технологические процессы в аддитивном производстве, основные типы оборудования и выбирать технологические режимы при разработке процессов и аппаратов химических производств.</p>
-------------	--	--	--	----------	---

** - Сокращения форм оценочных средств см. в таблице 2

Примечание. Для получения зачета достаточно освоить базовый уровень знания компетенции.

Перечень оценочных средств по дисциплине "Применение аддитивных технологий в проектировании химического оборудования "

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос, собеседование (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
3	Зачет (З)	Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи. Рекомендуется для оценки умений и владений студентов.	Вопросы к зачету

Вопросы к экзамену

1. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию.
2. Классификация по размерам частиц.
3. Классификация по мерности форм дисперсной фазы.
4. Понятие аддитивных технологий. История развития аддитивных технологий.
5. Материалы для аддитивных технологий. Перспективы их получения.
6. Стереолитография: понятие и примеры применения, используемые материалы.
7. Метод послойной наплавки: понятие, достоинства и недостатки, используемые материалы, примеры применения.
8. Струйная печать: понятие, достоинства и недостатки, используемые материалы, примеры применения.
9. Технология лазерного спекания (SLS), понятие, достоинства и недостатки, используемые материалы, примеры применения.
10. Технология лазерного спекания (DMLS), понятие, достоинства и недостатки, используемые материалы, примеры применения.

11. Селективное лазерное спекание (SLM), понятие, достоинства и недостатки, используемые материалы, примеры применения.
12. Лазерное нанесение металлов (LMD), понятие, достоинства и недостатки, используемые материалы, примеры применения.
13. Электронно-лучевая плавка (EBM), понятие, достоинства и недостатки, используемые материалы, примеры применения.
14. Послойное изготовление объектов из листового материала (LOM), понятие, достоинства и недостатки, используемые материалы, примеры применения.
15. Использование аддитивных технологий. Состояние аддитивных технологий в мире.
16. Аттестация оборудования и материалов аддитивных производств. Национальные стандарты Российской Федерации в области аддитивных технологий.
17. Физико-механические свойства материалов для аддитивных технологий, в том числе и наносистем.
18. Функциональные материалы: определения и понятия, примеры.
19. Проектирование функциональных материалов для аддитивных производств (полимерные композиты и твердые порошки).
20. Методы стандартных испытаний используемых материалов и готовых изделий

4. Темы рефератов

1. Материалы для FDM печати. Основные разновидности, свойства и области применения.
2. Материалы для SLA печати. Основные разновидности, свойства и области применения.
3. Механические свойства материалов для FDM печати.
4. Композиционные материалы для изготовления изделий по технологии SLM. Основные разновидности, свойства и области применения.
5. Полимерные материалы для 3D печати: варианты исполнения, примеры, перспективы.