

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 16.10.2023 11:55:21  
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/  
" 13 " сентября 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ОМД ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ  
ИЗ МЕТАЛЛОВ, КОМПОЗИЦИОННЫХ И ПОРОШКОВЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки  
**27.03.05 "Инноватика"**

профиль подготовки  
**"АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**очная**

Москва 2022

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 27.03.05 "Инноватика" профиль подготовки "Аддитивные технологии".

Программу составил:

доц., к.т.н.

 /Д.А. Гневашев/

Программа дисциплины «Основы проектирования и организации участков метизных производств» по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение» утверждена на заседании кафедры «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»

«26» августа 2022 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ /П. А. Петров/

Программа дисциплины «Основы технологии ОМД для изготовления изделий из металлов, композиционных и порошковых материалов производств» по направлению подготовки 27.03.05 "Инноватика" профиль подготовки "Аддитивные технологии" согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки.

\_\_\_\_\_ /П.А. Петров/

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета машиностроения

Председатель комиссии

 /Васильев А.Н. /

« 13 » сентября 2022 г. Протокол: N 14-22

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Основы технологии ОМД для изготовления изделий из металлов, композиционных и порошковых материалов» является формирование системы знаний, умений и навыков в области обработки давлением с использованием материалов различных свойств, применяемых для производства высококачественных изделий различного назначения: в металлургии, машиностроении, приборостроении и электронике, ювелирном и медицинском производствах, а также при построении комбинированных процессов обработки в индивидуальном производстве и производстве малыми сериями.

Изучение курса способствует расширению научного кругозора в области технологических наук, дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

## **2 Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина «Основы технологии ОМД для изготовления изделий из металлов, композиционных и порошковых материалов» относится к дисциплинам Часть, формируемая участниками образовательных отношений (Б1.2.08) профессионального цикла основной образовательной программы бакалавриата, изучается в 6 семестре.

Дисциплина «Основы технологии ОМД для изготовления изделий из металлов, композиционных и порошковых материалов» логически и содержательно взаимосвязана со следующими дисциплинами ООП:

*В обязательной части:*

- Основы решения инженерных задач;
- Прикладная ТММ с применением САЕ-программ;
- Основы материаловедения композиционных и порошковых материалов;
- Основы проектирования функциональных материалов в аддитивном производстве;
- Основы материаловедения металлов и пластмасс;
- Специальные вопросы материаловедения металлических порошковых материалов
- Реология и механика полимерных материалов.

*В части, формируемая участниками образовательных отношений:*

- Проектная деятельность;
- Компьютерное проектирование инструмента и оборудования;
- Теория и технология аддитивного производства изделий из термопластиков;
- Основы технологии сварки изделий из металлов и композиционных материалов;
- Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и композиционных материалов.

*В дисциплинах по выбору (элективные):*

- Основы R&D деятельности;
- Основы компьютерного параметрического инжиниринга (2D/3D);
- Основы проектирования и организации участков аддитивных производств.

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В результате освоения дисциплины «Основы технологии ОМД для изготовления изделий из металлов, композиционных и порошковых материалов» 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-6	Способен обосновывать принятие технического решения при разработке инновационного проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения	<p><b>знать:</b> технические решения при создании инновационной и наукоёмкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности, а также экологической безопасности;</p> <p><b>уметь:</b> Выбирать технические средства и технологии при разработке инновационного проекта при создании наукоёмкой продукции;</p> <p><b>владеть:</b> - навыками принять техническое решение на основе комплексного исследования инновационного проекта или идеи, в том числе с применением инструментов и методов теории решения изобретательских задач.</p>
ПК-2	Способен к проектированию модели несложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий	<p><b>знать:</b> особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами формообразования несложных изделий</p> <p><b>Уметь:</b> Способен осуществлять патентный поиск конструкций аналогичных несложных изделий аддитивного производства и составить заявку о регистрации объекта интеллектуальной собственности.</p> <p><b>Владеть:</b> Способен использовать системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования для описания физических явлений, происходящих в технологических процессах изготовления несложных изделий методами аддитивного производства.</p>

#### 4 Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часа; из них – 54 часов аудиторных занятий, в том числе: 36 часов лекций, 18 часов лабораторных работ. Выполнение семинаров и практических занятий, курсовых работ по данной дисциплине Учебным планом не предусмотрено). Дисциплина читается на третьем курсе в 7 семестре: лекции - 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные работы - 1 час в неделю (18 часов). Форма промежуточной аттестации – **зачет**.

Вид учебных занятий	Семестр
	7
Общая трудоемкость дисциплины	108 (3 з.е)
Аудиторная нагрузка	54
Лекции	36
Практические занятия (семинары)	-

Лабораторный практикум	18
Самостоятельная работа	54
Курсовой проект (работа)	-
Вид промежуточной аттестации	ЭКЗАМЕН

Структура и содержание дисциплины «Основы технологии ОМД для изготовления изделий из металлов, композиционных и порошковых материалов» по срокам и видам работы приведены в Приложении А.

#### 4.1. Тематическое содержание дисциплины

##### **Тема 1. Введение**

Способы обработки металлов давлением. Комплекс операций, выполняемых в заготовительных, основных и отделочных цехах при изготовлении деталей и поковок. Краткие сведения из истории развития кузнечно-штамповочного производства. Современное состояние и основные направления развития кузнечно-штамповочного производства. Задачи повышения точности заготовок. Характеристика технологических процессов ОМД при различных видах применяемых материалов. Цели осуществления технологических процессов при обработке металлов давлением. Общие критерии при разработке технологических процессов- скоростей деформации, температурного интервала, ограничений, связанных с прочностью оборудования и применяемым материалом, основы теории разрушения при обработке.

##### **Тема 2: Термомеханический режим пластической обработки металлов.**

Термомеханический режим пластической обработки металлов. Пластичность материалов как состояние, зависящее от условий обработки температуры, скорости и схемы напряженного и деформированного состояний. Технологическая деформируемость металлов. Изменение структуры, физических и механических свойств материала при пластической деформации. Критерии оптимальных степеней деформации при обработке сталей. Термомеханический режим обработки сталей и сплавов. Термическая обработка заготовок в процессековки штамповки (промежуточные охлаждения, промежуточные отжиги) и после пластической обработки. Влияниековки и штамповки на макро- и микроструктуру металла, механические свойства штампуемых изделий. Особенности полугорячей обработки металлов давлением. Область применения. Оборудование.

##### **Тема 3: Технологические процессы ОМД для получения изделий из металлов и сплавов.**

Виды металлов и сплавов. Классификация. Заготовительное производство перед основными операциями ОМД. Основные виды ОМД и оборудование.

Основные операцииковки. Способы горячей объемной штамповки. Открытая и закрытая штамповка. Проектирование поковки. Способы получения фасонной заготовки. Оборудование для горячей объемной штамповки.

Холодная объемная штамповка. Основные операции- отбортовка, раздача, обжим. Гибка. Оборудование.

Листовая штамповка: основные операции и оборудование. Разделительные и формоизменяющие операции. Расчет усилия на разделительных операциях: вырубка, резка на гильотинных ножницах.

Прессование. Виды прессования. Прессование с прямым и обратным истечением, с получением сплошных и полых заготовок. Совмещенное прессование. Оборудование.

##### **Тема 4: Специальные процессы ОМД.**

Выбор варианта технологического процесса ОМД. Основные этапы разработки технологического процесса в зависимости от единицы производства. Специальные

процессы ОМД (горячая листовая штамповка, вакуумная формовка, штамповка с кручением, сферодвижная штамповка, ротационная вытяжка, штамповка на быстроходных молотах, штамповка (формовка) эластичной средой, совмещенные процессы литья-штамповки). Оборудование и их классификация и устройство.

**Тема 5:** *Технологические процессы ОМД для получения изделий из композиционных материалов.*

Композиционные материалы. Классификация. Технологии изготовления изделий методом ОМД.

Прессование. Виды и методы прессования. (вакуумное, центробежное, ручное, раздувное). Оборудование. Современные методы-Технология SMC (автоматическое получение композиционных материалов), Метод RTM (Resin Transfer Moulding)-основывается на пропитке и формовании композитов под давлением. Полимеры. Методы прессования. Экструзия. Методы получения изделий. Технологические параметры процесса.

**Тема 6:** *Технологические процессы ОМД для получения изделий из порошковых материалов.*

Виды порошков и их свойства. Порошковая металлургия. Технологический процесс производства порошковых изделий методом ОМД и области их применения. Оборудование применяемое при ПМ. Способы получения порошков.

**Тема 7:** *Современные технологии ОМД и оборудование.*

Особенности изотермической штамповки и штамповки металлов в состоянии сверхпластичности, электро-импульсная, магнито-импульсная штамповка (формовка), штамповка взрывом. Оборудование.

Аддитивные технологии: нанесение покрытий и послойное выращивание изделий.

Технологии для обработки гранулированных и порошковых материалов.

**Лабораторное занятие №1.** Изучение кузнечно-штамповочного оборудования. (Принцип действия и структурная схема пресса КД2328). (Конструкция и кинематика кривошипно-коленного чеканочного пресса К8336) (Принцип действия гидравлических прессов 250-2000тс).

**Лабораторное занятие №2.** Исследование формоизменения образцов при осадке на гидравлических прессах.

**Лабораторное занятие №3.** Исследование процесса компактирования порошков методом порошковой металлургии.

Написание ЭССЕ (реферат). Рефераты выполняются студентами по тематикам предоставленным преподавателем, допускается выбор темы реферата по теме будущей ВКР по согласованию с преподавателем читающим данную дисциплину. Реферат выполняется одним студентом или коллективом авторов (студентов), являющихся участниками одной проектной команды. По реферату студент (группа студентов) подготавливают презентацию и доклад, который заслушивается студентами группы, и отвечают на возникшие вопросы.

## **5. Образовательные технологии**

Изложение лекционного материала сопровождается презентациями, включающими использование текстов, фотоснимков, рисунков, схем, моделей, виртуальных экспериментов. Проверка результатов внеаудиторной работы студентов осуществляется с помощью проведения защиты и индивидуального обсуждения выполненных лабораторных работ, представления и обсуждения доклада по теме реферата.

**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 средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций в рамках дидактических единиц содержания дисциплины:

- устный опрос и собеседование;
- контрольных вопросов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

При изучении дисциплины используются также такие виды самостоятельной работы, как сообщения, доклады на СНТК и другие.

Темы ЭССЕ по дисциплине и контрольные вопросы итоговой аттестации приведены в Приложении Б.

**6.1. 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-6	Способен обосновывать принятие технического решения при разработке инновационного проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения
ПК-2	Способен к проектированию модели несложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий

В процессе освоения данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

**6.2. 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 «Основы технологии ОМД для изготовления изделий из металлов, композиционных и порошковых материалов»

ОПК-6 Способен обосновывать принятие технического решения при разработке инновационного проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5

<p><b>знать:</b> технические решения при создании инновационной и наукоёмкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности, а также экологической безопасности;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний о технических решениях при создании инновационной и наукоёмкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности, а также экологической безопасности</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний о технических решениях при создании инновационной и наукоёмкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности, а также экологической безопасности. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний о технических решениях при создании инновационной и наукоёмкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности, а также экологической безопасности. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний о технических решениях при создании инновационной и наукоёмкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности, а также экологической безопасности. Свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p><b>уметь:</b> Выбирать технические средства и технологии при разработке инновационного проекта при создании наукоёмкой продукции;</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выбирать технические средства и технологии при разработке инновационного проекта при создании наукоёмкой продукции</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений выбирать технические средства и технологии при разработке инновационного проекта при создании наукоёмкой продукции. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений выбирать технические средства и технологии при разработке инновационного проекта при создании наукоёмкой продукции. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений выбирать технические средства и технологии при разработке инновационного проекта при создании наукоёмкой продукции свободно оперирует приобретенными знаниями</p>
<p><b>владеть:</b> - навыками</p>	<p>Обучающийся не владеет или в</p>	<p>Обучающийся в неполном объеме вла-</p>	<p>Обучающийся в частичном объеме</p>	<p>Обучающийся в полном объеме</p>



принять техническое решение на основе комплексного исследования инновационного проекта или идеи, в том числе с применением инструментов и методов теории решения изобретательских задач.	недостаточной степени владеет навыками принять техническое решение на основе комплексного исследования инновационного проекта или идеи, в том числе с применением инструментов и методов теории решения изобретательских задач	дест навыками принять техническое решение на основе комплексного исследования инновационного проекта или идеи, в том числе с применением инструментов и методов теории решения изобретательских задач. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	владеет навыками принять техническое решение на основе комплексного исследования инновационного проекта или идеи, в том числе с применением инструментов и методов теории решения изобретательских задач. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	владеет навыками принять техническое решение на основе комплексного исследования инновационного проекта или идеи, в том числе с применением инструментов и методов теории решения изобретательских задач свободно оперирует приобретенными знаниями.
--	--	---	---	--

**ПК-2- Способен к проектированию модели несложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных технологий**

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<i>знать:</i> особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными и методами формообразования несложных изделий	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний о особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами формообразования несложных изделий	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний о особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами формообразования несложных изделий. 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 знаний о особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами формообразования несложных изделий. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний о поведении материалов при различных температурах, особенности структуры и свойств материалов, технологии изготовления изделий из различных материалов. Свободно оперирует приобретенными знаниями.

<p><b>Уметь:</b> Способен осуществлять патентный поиск конструкций аналогичных несложных изделий аддитивного производства и составить заявку о регистрации объекта интеллектуальной собственности.</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет анализировать зависимость свойств материалов от их структуры и состава, выбирать рациональную технологию изготовления изделия из определенного материала</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений применять зависимость свойств материалов от их структуры и состава, подбирать материал для проектируемого изделия. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений анализировать зависимость свойств материалов от их структуры и состава, выбирать рациональную технологию изготовления изделия из определенного материала, обосновано подбирать материал для проектируемого изделия. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений анализировать зависимость свойств материалов от их структуры и состава, выбирать рациональную технологию изготовления изделия из определенного материала, обосновано подбирать материал для проектируемого изделия. Свободно оперирует приобретенными знаниями</p>
<p><b>Владеть:</b> Способен использовать системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования для описания физических явлений, происходящих в технологических процессах изготовления несложных изделий методами аддитивного производства.</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы, методами исследования структуры и свойств материалов.</p>	<p>Обучающийся в неполном объеме владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы, методами исследования структуры и свойств материалов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые си-</p>	<p>Обучающийся в частичном объеме владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы, методами исследования структуры и свойств материалов. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы, методами исследования структуры и свойств материалов, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>

		туации.		
--	--	---------	--	--

### 6.3. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание

В рамках дисциплины предусмотрены текущий и итоговый виды контроля успеваемости и усвоения материалов.

#### **Текущий контроль:**

- проверки результатов выполнения практических работ, самостоятельной работы посредством опроса на контрольные вопросы в ходе учебного периода;
- проверка работы над ЭССЕ в ходе учебного периода.

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы (лабораторные работы, ЭССЕ с оценкой «зачтено»), предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Основы технологии ОМД для изготовления изделий из металлов, композиционных и порошковых материалов».

#### **Итоговый контроль:**

Для проверки теоретических знаний и умений рекомендуется проводить экзамен в 6 семестре в устной форме с использованием итоговых вопросов. Итоговые вопросы представлены в Приложении Б. Сдача может осуществляться не более трех раз.

#### **Форма промежуточной аттестации: ЗАЧЕТ.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме **зачета** проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине в 6 семестре, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течении семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка:

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Описание</b>
<i>Отлично (зачтено)</i>	Выполнены все задания 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.
<i>Хорошо (зачтено)</i>	Выполнены все задания предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 незначительные ошибки.
<i>Удовлетворительно(зачтено)</i>	Выполнены все задания предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть

	материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
<i>Не удовлетворительно(не зачтено)</i>	Не выполнены одно или более задания 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.

### 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### а) Основная литература:

1. Ковка и горячая штамповка :учеб. для вузов. -Семенов Е.И. М.: МГИУ, 2011г.Гриф УМО
2. Ковка и штамповка: в 4 т. : под ред. Е.Н. Семенова - М.: Машиностроение, 2010
3. Штамповка металлических порошков. / Белков Е.Г., Бунатян Г.В., Воронцов А.Л. и др.; под ред. Е.Н. Семенова - М.: Машиностроение, 2010
4. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебник для ВПО/ под редакцией Арзамасова В.Б., Черепяхина 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.

#### б) Дополнительная литература

1. Практическое применение винтовых прессов и гидравлических молотов в процессах горячей штамповки. Петров П.А., Перфилов В.И., Петров А.Н., Петров М.А.-М.МГМУ «МАМИ»2014г.
2. Нетрадиционные методы обработки материалов.-Ковшов А.Н., Назаров Ю.Ф.-М.: Изд-во МГОУ, Москва 2003г.
3. Обработка металлов взрывом . Крупин А.В., Соловьев В.Я., Попов Г.С.- М:Металлургия 1991г.
4. Специализированное кузнечно-прессовое оборудование. Степенев Б.А. -М.: МГИУ. 2005г
5. Штамповка кручением. Субич В.Н.,Шестаков Н.А.,Власов А.,-М:МГИУ. 2009г
6. Изотермическое деформирование высокопрочных анизотропных металлов / С.П. Яковлев, В.Н. Чудин, С.С. Яковлев, Я.А. Соболев. - М: Машиностроение-1, Изд-во ТулГУ, 2004.
7. Ротационная вытяжка с утонением стенки осесимметричных деталей из анизотропных трубных заготовок на специализированном оборудовании / С.С. Яковлев, В.И. Трегубов, С.П. Яковлев. М. Издательство «Машиностроение», 2009г
8. Технология конструкционных материалов: учебник/ О.С. Комаров, В.Н. Ковалевский, А.С. Чаус и др.; под общей редакцией О.С. Комарова. - Мн.: Новое знание, 2005.
9. Порошковая металлургия в машиностроении. Раковский В.С., Саклинский В.В. Машиностроение; М. 1983

10. Технология конструкционных материалов: учебник/ О.С. Комаров, В.Н. Ковалевский, А.С. Чаус и др.; под общей редакцией О.С. Комарова. - Мн.: Новое знание, 2005

*в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:*

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

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

Учебно-методические и информационные материалы, которые можно использовать при изучении дисциплины, представлены также на сайтах:

1. РИНЦ: <http://elibrary.ru/>
2. Scopus: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
3. ЭБС «Издательства Лань»: [e.lanbook.com](http://e.lanbook.com)
4. ЭБС «КнигаФонд»: <http://knigafund.ru/>

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Аудитория и лаборатории кафедры «ОМД и АТ» ав2509, ав2514, лаб. ОМД, оснащены штамповочным, заготовительным и испытательным оборудованием, лабораторной и экспериментальной оснасткой, контрольно-измерительными приборами, компьютерной и проекторной техникой, современным программным обеспечением, стендами и наглядными пособиями. Их применение позволяет вести полноценный учебный процесс, проводить лабораторные занятия, а также заниматься с участием студентов компьютерным моделированием процессов объемной штамповки, опытно-конструкторскими работами, прививая обучающимся навыки к самостоятельной научно-исследовательской деятельности.

### **9. Методические материалы для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – теоретическое и практическое усвоение студентами вопросов технологий обработки материалов давлением, при использовании различных материалов, изучение используемого оборудования рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

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

**Задачи самостоятельной работы студента:**

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- использование материала собранного в ходе самостоятельной работы для эффективной подготовке к зачету.

**Задачи внеаудиторной работы студента:**

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным заданиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- подготовка и выполнение эссе;
- подготовка к сдаче Экзамена.

### **10. Методические рекомендации для преподавателя**

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, лабораторные занятия и консультирование. Преподаватель

должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомиться с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только четко обозначив ее характер, тему и круг тех вопросов, которые в ее ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категории.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. 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.

Зачет по дисциплине проводится в форме устного доклада с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе контрольных вопросов. Оценка

выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель принимающий зачет лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

### **Приложения**

1. Фонд оценочных средств Б
2. Структура и содержание дисциплины А

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Направление подготовки: 27.03.05 Инноватика

ОП (профиль): «АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности: производственно-технологическая, научно-исследовательская, проектно-конструкторская

Кафедра: «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Основы технологии ОМД для изготовления изделий из металлов,  
композиционных и порошковых материалов**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

2.1. Лабораторные работы

2.2. ЭССЕ (темы)

2.3. Зачет (контрольные вопросы)

**Составитель:**

доц, к.т.н. Гневашев Д.А.



**1. Паспорт фонда оценочных средств  
ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Основа технологии ОМД для изготовления изделий из металлов, композиционных и порошковых материалов		
ФГОС ВО 27.03.05 "Инноватика"		
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:		
КОМПЕТЕНЦИИ		
индекс	Перечень компонентов	
формулировка	Технология формирования компетенций	
Форма оценочного средства	Степени уровней освоения компетенций	
ОПК-6	<p><b>знать:</b> технические решения при создании инновационной и наукоемкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности, а также экологической безопасности;</p> <p><b>уметь:</b> Выбирать технические средства и технологии при разработке инновационного проекта при создании наукоемкой продукции;</p> <p><b>владеть:</b> - навыками принять техническое решение на основе комплексного исследования инновационного проекта или идеи, в том числе с применением инструментов и методов теории решения изобретательских задач.</p>	<p>лекция, самостоятельная работа</p> <p>(ЭССЕ) (экзамен)</p> <p><b>Базовый уровень уметь</b> применять ЭВМ для решения практических задач при проектировании, учитывать современные тенденции развития в области техники и технологий аддитивного производства</p> <p><b>Повышенный уровень</b> способен анализировать и применять на высоком теоретическом уровне ЭВМ для решения практических задач в области проектирования и проектирования аддитивного производства</p>
ПК-2	<p>Способен к проектированию модели несложного изделия, изготавливаемого методами аддитивных</p> <p><b>знать:</b> особенности аддитивных технологий по сравнению с традиционными методами формообразования изделий</p> <p><b>Уметь:</b> Способен осуществлять патентный поиск конструкций аналогичных несложных изделий аддитивного производства и</p>	<p>лекция, лабораторная работа, самостоятельная работа</p> <p>(ЭССЕ) (Экзамен)</p> <p><b>Базовый уровень</b> способность применять знания математики, физики и естественных наук, химии и материаловедения, теории управления и информационные технологии в области ОМД при ис-</p>

	технологий	<p>составить заявку о регистрации объекта интеллектуальной собственности.</p> <p><b>Владеть:</b> Способен использовать системы автоматизированного расчета и компьютерного моделирования для описания физических явлений, происходящих в технологических процессах изготовления несложных изделий методами аддитивного производства.</p>			<p>пользовании различных материалов.</p> <p><b>Повышенный уровень</b> уметь анализировать зависимость свойств материалов от их структуры, состава, температуры нагрева. Владеть и применять методы определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.</p>
--	------------	--	--	--	--

\*\* Полные названия форм оценочных средств приведены в перечне оценочных средств

Примечание. 1. Студенты, освоившие повышенный уровень компетенций, на экзамене претендуют на оценку «хорошо» и «отлично» в зависимости от качества их ответов.

2. Студенты, освоившие базовый уровень компетенций, на экзамене претендуют на оценку «удовлетворительно». Для получения зачета достаточно освоить базовый уровень знания компетенции.

**Перечень оценочных средств по дисциплине  
«Основы технологии ОМД для изготовления изделий из металлов, композиционных и  
порошковых материалов»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Выполнение лабораторных работ	освоение приёмов работы с измерительными инструментами и приборами, проведение экспериментов и опытов на оборудовании, стендах (защита лабораторных работ); Собеседование по защите практических работ. Собеседования проводятся индивидуально с каждым студентом на основе выполненного задания.	Темы лабораторных работ.
3	ЭССЕ	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме.	Темы ЭССЕ
4	экзамен (устный опрос)	Средство проверки знаний, умений, навыков. Может включать комплекс теоретических вопросов, задач, практических заданий.	Контрольные вопросы. Шкала оценивания и процедура применения.

## 2. Описание оценочных средств

### 2.1. Критерии оценки лабораторных работ:

Студентами составляется отчет по выполненным работам в котором должны быть отражены:

1. Титульный лист
2. Цели и задачи лабораторной работы
3. Методика проведения расчетов и эксперимента;
4. Расчет и построение необходимых графиков по проведенным экспериментам
5. Вывод работы

**(зачтено):** выполнены все задания практической (лабораторной) работы, студент четко и без ошибок ответил на все вопросы лабораторных работ.

**(не зачтено):** студент не выполнил или выполнил неправильно задания практической (лабораторной) работы; студент не ответил на вопросы.

**Лабораторное занятие №1.** Изучение кузнечно-штамповочного оборудования. (Принцип действия и структурная схема прессы КД2328). (Конструкция и кинематика кривошипно-коленного чеканочного прессы К8336) (Принцип действия гидравлических прессов 250-2000тс).

**Лабораторное занятие №2.** Исследование формоизменения образцов при осадке на гидравлических прессах.

**Лабораторное занятие №3.** Исследование процесса компактирования порошков методом порошковой металлургии.

### 2.2. Критерии оценки ЭССЕ (реферат):

## **Оформление**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Московский политехнический университет

Кафедра «**Обработка материалов давлением и аддитивные технологии**»  
(наименование кафедры)

**«Основы технологии ОМД для изготовления изделий из металлов, композиционных и  
порошковых материалов»**

Направление подготовки  
**27.03.05 "Иноватика"**

Профиль подготовки  
**«Аддитивные технологии»**

**Тема ЭССЕ (реферата):**

1 .....

### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если: раскрыта тема реферата, студент четко и без ошибок ответил на все вопросы темы.

- оценка «не зачтено» студент не раскрыл темы реферата, не ориентируется в тематике реферата, студент не ответил на вопросы.

ЭССЕ выполняется после изучения основного теоретического курса. Включает в себя изложение студентом темы, позволяющее оценить умение обучающегося излагать суть вопроса, самостоятельно проводить анализ этой темы с использованием концепций и аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по теме. Провести литературный обзор.

Объем ЭССЕ: - пояснительная записка 10-12 страниц печатного текста А4.( включает в себя рисунки, графики, таблицы).

Цель задания более углубленная проработка разделов лекционного курса, освоение основ технологии ОМД для изготовления изделий из металлов, композиционных и порошковых материалов. По реферату студенты готовят презентацию и доклад, который заслушивается студентами группы, и отвечают на возникшие вопросы.

Темы ЭССЕ (рефератов) выполняются компетенции (ОПК-6, ПК-2):

1. Предмет и методы ОМД и технологии материалов.
2. Стали для объемной штамповки.
3. Цветные металлы и сплавы для объемной штамповки.
4. Разделка исходных материалов на заготовки и применяемое оборудование.
5. Операции ковки- осадка, высадка, прошивка отверстий.
6. Особенности штамповки поковок в открытых и закрытых штампах.
7. Способы уменьшения деформирующей силы в разделительных операциях.
8. Штамповка на горячештамповочных автоматах.
9. Вытяжка сплошных цилиндрических деталей.
10. Вытяжка полых деталей.
11. Продольная вальцовка исходных заготовок.
12. Поперечно-клиновое вальцование исходных заготовок.
13. Изготовление шестерен с зубьями.
14. Превка и калибровка.
15. Штамповка поковок клапанов.
16. Изотермическая штамповка.
17. Металлические сплавы - определение, классификация и сферы применения в отраслях промышленности.
18. Полимерные материалы - определение, особенности структуры и свойств.
19. Технологические пределы, применяемые для изготовления из полимеров изделий машиностроения.
20. Основные технологии обработки материалов давлением.
21. Порошковая металлургия: определение, отличительные характеристики.
22. Атмосферное спекание порошковых материалов.
23. Спекание порошковых материалов под давлением.
24. Основные технологии физико-химической обработки материалов. Преимущества и недостатки.
25. Аддитивные технологии: определение, классификация, сферы применения.
26. Изготовление изделий методами 3D печати из дисперсно-упрочненных композиционных материалов.
27. Подготовка порошковых материалов для изготовления изделий методами 3D печати.
28. Изготовление изделий из дисперсно-упрочненных композиционных материалов горячим прессованием и горячим изостатическим прессованием.
29. Основные технологии спекания порошковых материалов с применением электрического тока.
30. Электроимпульсное спекание порошковых материалов и изделий из них.

### 2.3. Шкала оценивания по проведению зачета:

Шкала оценивания	Описание
Отлично (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.
Хорошо (зачтено)	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(зачтено)	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.
Не удовлетворительно (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.

Пример экзаменационного билета

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

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

Факультет Машиностроение, кафедра «ОМДиАТ»

Направление подготовки 27.03.05 "Инноватика"

Дисциплина: Основы технологии ОМД для изготовления изделий из металлов, композиционных  
и порошковых материалов

Курс \_\_\_\_, семестр \_\_\_\_

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

**Штамповка на горячештамповочных автоматах.**

**Технологические пределы, применяемые для изготовления из полимеров изделий  
машиностроения.**

Утверждено на заседании кафедры «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /Петров П.А./

---

**Перечень контрольных вопросов для подготовки к зачету:**

	вопросы	Код компетенции
1.	Разделка исходных материалов и применяемое оборудование.	ОПК-6
2.	Основные технологии физико-химической обработки материалов. Преимущества и недостатки.	ОПК-6
3.	Основные технологии спекания порошковых материалов с применением электрического тока.	ОПК-6
4.	Классификация свойств материалов.	ОПК-6
5.	Структура и свойства металлов и металлических сплавов.	ОПК-6
6.	Стали для объемной штамповки.	ОПК-6
7.	Цветные металлы и сплавы для объемной штамповки.	ОПК-6
8.	Штамповка на горячештамповочных автоматах.	ОПК-6
9.	Металлические сплавы - определение, классификация и сферы применения в отраслях промышленности.	ОПК-6
10.	Полимерные материалы - определение, особенности структуры и свойств.	ОПК-6
11.	Термореактивные полимеры и технологии изготовления изделий из них.	ОПК-6
12.	Структура отливки из металлического сплава.	ОПК-6
13.	Основные технологии обработки материалов давлением.	ОПК-6
14.	Порошковая металлургия: определение, отличительные характеристики.	ОПК-6
15.	Изготовление изделий методами 3D печати из дисперсно-упрочненных композиционных материалов.	ОПК-6
16.	Механические испытания исходных металлов.	ПК-2
17.	Оценка качества исходных заготовок под штамповку.	ПК-2
18.	Способы уменьшения деформирующей силы в разделительных операциях.	ПК-2
19.	Определение оптимального раскроя исходного материала.	ПК-2
20.	Напряженно-деформированное состояние в операциях выдавливания.	ПК-2
21.	Вытяжка сплошных цилиндрических деталей.	ПК-2
22.	Вытяжка полых деталей.	ПК-2
23.	Раскатка поковок.	ПК-2
24.	Раздача, обжим.	ПК-2
25.	Продольная вальцовка исходных заготовок.	ПК-2
26.	Поперечно-клиновья вальцовка исходных заготовок.	ПК-2
27.	Изготовление шестерен с зубьями.	ПК-2
28.	Правка и калибровка.	ПК-2
29.	Штамповка поковок клапанов.	ПК-2
30.	Изотермическая штамповка.	ПК-2
31.	Атмосферное спекание порошковых материалов.	ПК-2
32.	Спекание порошковых материалов под давлением.	ПК-2
33.	Нанесение функциональных покрытий химическим осаждением (CVD).	ПК-2
34.	Подготовка порошковых материалов для изготовления изделий	ПК-2



	методами 3D печати.	
35.	Изготовление изделий из дисперсно-упрочненных композиционных материалов горячим прессованием и горячим изостатическим прессованием.	ПК-2
36.	Электроимпульсное спекание порошковых материалов и изделий из них.	ПК-2
37.	Предмет и методы ОМД и технологии материалов.	ОПК-6
38.	Физико-механические методы исследования свойств материалов.	ОПК-6
39.	Операцииковки-осадка, высадка, прошивка отверстий.	ОПК-6
40.	Особенности штамповки поковок в открытых и закрытых штампах.	ОПК-6
41.	Элементарная расчетная заготовка.	ОПК-6
42.	Сложная расчетная заготовка.	ОПК-6
43.	Технологические пределы, применяемые для изготовления из полимеров изделий машиностроения.	ОПК-6
44.	Термопластичные полимеры и технологии изготовления изделий из них.	ОПК-6
45.	Структура деформированной заготовки из металлического сплава.	ОПК-6
46.	Деформация материалов. Упругая и пластическая деформация. Деформации и механические напряжения.	ОПК-6
47.	Аддитивные технологии: определение, классификация, сферы применения.	ОПК-6
48.	Нанесение функциональных покрытий физическим осаждением (PVD).	ОПК-6
49.	Особенности.	ОПК-6
50.	Подготовка порошковых материалов для спекания.	ОПК-6



