


Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение  
высшего образования  
**«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**  
(Финансовый университет)

**Новороссийский филиал  
Кафедра «Информатика, математика и общегуманитарные науки»**

 **УТВЕРЖДАЮ**  
Директор филиала  
Е.Н. Сейфиева  
« 25 » марта \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Технологии адаптивного производства**

**Рабочая программа дисциплины**  
для студентов, обучающихся по направлению подготовки  
27.03.05 «Инноватика» очная форма обучения

Образовательная программа “Управление цифровыми инновациями”

*Рекомендовано Ученым советом Новороссийского филиала Финуниверситета  
протокол № 34 от 25 марта 2021 г.*

*Одобрено кафедрой «Информатика, математика и общегуманитарные науки»  
№ 8 от 25 марта 2021 г.*

Новороссийск 2021

**УДК 001**  
**ББК 65.291.8**  
**X-20**

**Рецензенты:**

**Трачук А.В.**, д.э.н., профессор Департамента менеджмента ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

**Линдер Н.В.**, к.э.н., профессор Департамента менеджмента ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

**Харитонов Е.Н.**

Рабочая программа дисциплины «Технологии аддитивного производства» для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавриата 27.03.05 «Инноватика», профиль: «Управление цифровыми инновациями». – М.: Финансовый университет. Департамент менеджмента, 2019. – 27 с.

Рабочая программа учебной дисциплины содержит требования к результатам освоения дисциплины, программу, тематику практических и семинарских занятий и указания по их проведению, формы самостоятельной работы, систему оценивания и учебно-методическое обеспечение дисциплины.

© Е.Н. Харитонов, 2019

© Финансовый университет, 2019

## Содержание

1. Наименование дисциплины	5
2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы с указанием индикаторов их достижения, соотнесенных с планируемыми результатами обучения по дисциплине	5
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся	6
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий	6
5.1. Содержание дисциплины	6
5.2. Учебно – тематический план	11
5.3. Содержание семинаров, практических занятий	11
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	13
6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы	13
6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю	14
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	18
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	21
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	22
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	22
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем	26
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	26

## 1. Наименование дисциплины

«Технологии аддитивного производства»

## 2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине

В совокупности с другими дисциплинами профиля дисциплина «Технологии аддитивного производства» для направления 27.03.05 «Инноватика», профиль «Управление цифровыми инновациями» обеспечивает формирование следующей компетенции:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ОПК-7	Способен использовать информационнокоммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и техникоэкономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам	1.Обладает навыками подбора информационнокоммуникационных компьютерных технологий, баз данных, пакетов прикладных программ для решения инженерно-технических и технико-экономических задач.  2.Владеет современными методами проектирования, применения и обеспечения информационной безопасности баз данных, навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования	<b>Знать:</b> основы технологии аддитивного производства, его процессы. <b>Уметь:</b> применять цифровые технологии в аддитивном производстве (модели САПР).

		программного обеспечения.	
ПКП-3	Способность разрабатывать проекты реализации инноваций с использованием теории решения инженерных задач и других теорий поиска нестандартных, креативных решений, формулировать техническое задание, использовать средства автоматизации при проектировании и подготовке производства цифровых инноваций в проектах	<p>1.Использует информационные технологии и инструментальные средства при разработке проектов.</p> <p>2.Разрабатывает компьютерные модели исследуемых процессов и систем.</p> <p>Применяет навыки конструктивного мышления, методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений для выбора оптимального.</p>	

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Технологии аддитивного производства» является дисциплиной Модуля дисциплин по выбору, углубляющих освоение профиля Управление цифровыми инновациями направления подготовки 27.03.05 - Инноватика.

### **4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся 27.03.05 «Инноватика», профиль «Управление цифровыми инновациями»**

<b>Вид учебной работы по дисциплине</b>	<b>Всего (в з/е и часах)</b>	<b>Семестр 7 (в часах)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3 з.е. / 108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа - Аудиторные занятия</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
<i>Лекции</i>	<i>16</i>	<i>16</i>
<i>Семинары, практические занятия</i>	<i>34</i>	<i>34</i>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>58</b>	<b>58</b>
Вид текущего контроля	Домашнее творческое задание	Домашнее творческое задание
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

## **5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий**

### **5.1. Содержание дисциплины**

#### **Тема 1. Основы технологии аддитивного производства.**

Введение и описание основных принципов. Общее представление процесса аддитивного производства. Использование термина «аддитивное производство». Преимущества аддитивного производства. Различия между аддитивным производством и обработкой на станках с ЧПУ. Примеры изделий аддитивного производства. Другие родственные технологии.

Развитие технологий аддитивного производства. Технология компьютерного моделирования и проектирования. Другие технологии, связанные с аддитивным производством. Классификация процессов аддитивного производства. Системы с использованием металлов. Гибридные системы. Основные этапы в развитии аддитивного производства. Международное распространение аддитивного производства. Перспективы аддитивного производства. Трансформация быстрого прототипирования в прямое цифровое производство.

#### **Тема 2. Процессы аддитивного производства.**

##### **2.1. Общая последовательность процесса аддитивного производства.**

Восемь этапов аддитивного производства: 1) Концептуализация изделия и его проектирование в среде САПР; 2) Преобразование данных САПР в STL/AMF форматы; 3) Передача STL/AMF файлов на машины аддитивного производства и их обработка; 4) Настройка машины; 5) Построение изделия; 6) Извлечение и очистка изделия; 7) Постообработка изделия; 8) Применение.

Различия технологий аддитивного производства. Системы с использованием металлов. Техническое обслуживание оборудования. Вопросы обработки и хранения материалов. Проектирование для аддитивного производства. Области применения, не включающие традиционное моделирование в среде САПР.

## **2.2. Процесс фотополимеризации в ванне.**

Материалы для фотополимеризации в ванне. Скорость реакции. Фотополимеризация в ванне с лазерным сканированием. Моделирование процесса фотополимеризации. Векторное сканирование. Микрофотополимеризация в ванне с векторным сканированием. Технологии и процессы проекционной фотополимеризации в ванне с использованием масок. Двухфотонная фотополимеризация в ванне. Преимущества и недостатки процесса.

## **2.3. Плавление порошков в сформированном слое.**

Материалы: полимеры, металлы и керамика. Механизмы спекания порошков. Параметры технологического процесса и моделирование. Работа с порошками. Варианты процессов PBF и коммерческие машины. Преимущества и недостатки процесса.

## **2.4. Экструзионные системы.**

Основные принципы работы экструзионных систем. Управление построением и траекториями движения. FDM процесс, разработанный компанией Stratasys. Материалы. Ограничения FDM. Биоэкструзия. Другие системы.

## **2.5. Распыление материала методом струйной печати.**

Развитие печати как процесса аддитивного производства. Материалы для распыления методом струйной печати (полимеры, керамика, металлы и др.). Основы обработки материалов. Моделирование процесса распыления материалов. Машины для распыления материалов. Преимущества и недостатки процесса.

#### **2.6. Распыление связующего для струйной печати.**

Материалы. Варианты процесса. Машины для распыления связующего. Преимущества и недостатки процесса.

#### **2.7. Процессы ламинирования листовых (слоистых) материалов.**

Материалы. Основы обработки материалов. Ультразвуковое аддитивное производство.

#### **2.8. Процессы направленного энерговклада.**

Общее описание процесса направленного энерговклада. Подача материала. Системы направленного энерговклада. Параметры процесса. Типичные материалы и микроструктура. Взаимосвязь обработки, структуры и свойств. Преимущества и недостатки DED.

#### **2.9. Технологии прямой записи.**

История развития технологии прямой записи. Прямая запись с использованием чернил. Прямая запись методом лазерного переноса. Прямая запись термическим напылением. Прямая запись методом осаждения потоком частиц. Прямое осаждение из жидкой фазы. Пучковые методы корректировки для аддитивных субтрактивных подходов прямой записи. Гибридные технологии. Использование методов прямой записи.

#### **2.10. Преимущества бюджетных систем аддитивного производства; выбор процесса.**

Интеллектуальная собственность. Прорывная инновация. Движение новаторов. Будущее бюджетных систем аддитивного производства.

Методы выбора для изделий. Проблемы выбора. Планирование и контроль производства.

#### **2.11. Постобработка в аддитивном производстве.**



Удаление поддерживающего материала. Улучшение текстуры поверхности. Повышение точности. Улучшение эстетического восприятия. Подготовка к использованию в качестве модели. Улучшение свойств с помощью нетепловых и тепловых методов.

### **Тема 3. Цифровые технологии в аддитивном производстве.**

#### **3.1. Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве.**

Подготовка моделей САПР: файл STL. Проблемы с файлами STL. Манипуляции с STL-файлом. Работа за пределами файла STL. Дополнительное программное обеспечение в помощь аддитивному производству. Формат файла аддитивного производства.

#### **3.2. Прямое цифровое производство.**

Компании Align Technology, Siemens и Phonak. Индивидуальное изготовление обуви и другие примеры прямого цифрового производства. Движущие силы прямого цифрового производства. Производство против прототипирования. Оценки затрат. Учет затрат в ходе жизненного цикла изделия. Перспективы прямого цифрового производства.

#### **3.3. Проектирование для аддитивного производства.**

Проектирование с учетом требований производства и сборки. Уникальные возможности аддитивного производства (сложные формы, иерархия, материалы, а также функциональная сложность). Принципы и цели базового проектирования для аддитивного производства. Исследование свободы проектирования. Инструменты САПР для аддитивного производства. Методы синтеза.

### **Тема 4. Современное применение технологии аддитивного производства и его перспективы.**

#### **4.1. Быстрое изготовление инструмента с помощью технологий аддитивного производства.**

Прямое аддитивное производство. Электроды-инструменты. Литье по выплавляемым моделям. Другие системы: инструментальная оснастка для вакуумного формования; оснастка для формования волокнистой массы

(пульпы); оснастка для производства композитов; сборочный инструмент и зажимы для снятия показаний при измерениях.

#### **4.2. Применения аддитивного производства.**

Важность физических моделей. Функциональные испытания. Применение аддитивного производства в сфере здравоохранения: хирургические и диагностические средства; разработка протезов; тканевая инженерия и трехмерная печать органов. Программная поддержка аддитивного производства в сфере здравоохранения. Ограничения аддитивного производства в сфере здравоохранения. Дальнейшее развитие аддитивного производства в сфере здравоохранения.

Применение технологий аддитивного производства в аэрокосмической промышленности.

Применение технологий аддитивного производства в автомобильной промышленности.

Применение технологий аддитивного производства в различных отраслях экономики.

#### **4.3. Возможности для бизнеса и будущее аддитивного производства.**

Новые виды продукции. Новые типы организаций. Новые типы занятости. Цифровое предпринимательство.

## **5.2. Учебно – тематический план**

№ п/п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоемкость в часах						Формы текущего контроля успеваемости
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа	
			Общая, в т.ч.:	Лекции	Семинары, практические занятия	Занятия в интерактивных формах		
1	Основы технологии аддитивного производства.	9	2	2	2	3	8	Тестирование, дискуссия, разбор кейсов
2	Процессы аддитивного производства.	65	34	10	20	20	30	Тестирование, дискуссия, разбор кейсов; контрольная работа
3	Цифровые технологии в аддитивном производстве.	17	8	2	6	5	10	Тестирование, дискуссия, разбор кейсов
4	Современное применение технологии аддитивного производства и его перспективы.	17	6	2	6	5	10	Тестирование, дискуссия, разбор кейсов; контрольная работа
	В целом по дисциплине	108	50	16	34	33	58	Согласно учебному плану: контрольная работа
	Итого в %					66%		

### 5.3. Содержание семинаров, практических занятий

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарских, практических занятиях, рекомендуемые источники из разделов 8, 9 (указывается раздел и порядковый номер источника)	Формы проведения занятий
Тема 1. Основы технологии аддитивного производства.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что представляет собой процесс аддитивного производства? (приведите примеры)</li> <li>2. Какие преимущества имеет процесс аддитивного производства (по сравнению с другими процессами производства)?</li> <li>3. Как развиваются технологии аддитивного производства? (приведите примеры)</li> <li>4. Какие другие родственные (с аддитивным производством) технологии Вы знаете? (приведите примеры)</li> <li>5. Как используются технологии компьютерного моделирования и проектирования в аддитивном производстве?</li> <li>6. Какую классификацию процессов аддитивного производства Вы знаете?</li> </ol>	Устный опрос, дискуссия, групповой разбор мини-кейсов, работа в Интернете, тестирование

	<p>7. Какие преимущества и недостатки систем аддитивного производства с использованием металлов?</p> <p>8. Какие преимущества и недостатки гибридных систем аддитивного производства?</p> <p>9. Каковы, по Вашему мнению, перспективы аддитивного производства? (приведите примеры)</p> <p>10. Почему происходит трансформация быстрого прототипирования в прямое цифровое производство?</p> <p><b>Рекомендуемые источники:</b> раздел 8 [1-3]; раздел 9 [1-10].</p>	
<p>Тема 2. Процессы аддитивного производства.</p>	<p>1. В какой последовательности осуществляются процессы аддитивного производства?</p> <p>2. Что представляет собой процесс фотополимеризации в ванне?</p> <p>3. Что представляет собой плавление порошков в сформированном слое?</p> <p>4. Что такое экструзионные системы?</p> <p>5. Что представляет собой распыление материала методом струйной печати?</p> <p>6. Что представляет собой процессы ламинирования листовых (слоистых) материалов?</p> <p>7. Что представляют собой процесс направленного энерговклада?</p> <p>8. Что представляют собой технологии прямой записи?</p> <p>9. Какие преимущества бюджетных систем аддитивного производства позволяют выбрать вариант процесса аддитивного производства?</p> <p>10. Что представляет собой постобработка в аддитивном производстве?</p> <p><b>Рекомендуемые источники:</b> раздел 8 [2,3]; раздел 9 [1-10].</p>	<p>Устный опрос, дискуссия, групповой разбор мини-кейсов, работа в Интернете, тестирование</p>
<p>Тема 3. Цифровые технологии в аддитивном производстве.</p>	<p>1. В чем заключаются задачи программного обеспечения для аддитивного производства?</p> <p>2. Как готовят модели САПР?</p> <p>3. Какие манипуляции можно осуществлять с STL-файлом?</p> <p>4. Что представляет собой прямое цифровое производство?</p> <p>5. Какие компании в мире применяют технологии прямого цифрового производства? (приведите примеры)</p> <p>6. Как оцениваются затраты при прямом цифровом производстве?</p> <p>7. Каковы, по Вашему мнению, перспективы прямого цифрового производства?</p> <p>8. Как осуществляется проектирование для аддитивного производства?</p> <p>9. Какие уникальные возможности аддитивного производства Вы знаете?</p> <p>10. Какие инструменты САПР для аддитивного производства можно использовать? (приведите примеры)</p> <p><b>Рекомендуемые источники:</b> раздел 8 [2,3]; раздел 9 [1-10].</p>	<p>Устный опрос, дискуссия, групповой разбор мини-кейсов, работа в Интернете, тестирование</p>
<p>Тема 4. Современное применение технологии аддитивного производства</p>	<p>1. Что представляет собой прямое аддитивное производство (для быстрого изготовления инструментов)?</p> <p>2. Как можно изготовить электроды-инструменты посредством технологий аддитивного производства?</p> <p>3. По каким технологиям изготавливаются оснастки и сборочные инструменты?</p>	<p>Устный опрос, дискуссия, групповой разбор мини-кейсов,</p>

и его перспективы.	<p>4. В каких отраслях экономики возможно применение технологий аддитивного производства? (приведите примеры)</p> <p>5. Как технологии аддитивного производства можно использовать в сфере здравоохранения? (приведите примеры)</p> <p>6. Какие преимущества и недостатки технологий аддитивного производства при изготовлении хирургических и диагностических средств?</p> <p>7. Какие преимущества и недостатки технологий аддитивного производства при разработке протезов, тканевой инженерии и трехмерной печати органов?</p> <p>8. Как можно применять технологии аддитивного производства в аэрокосмической промышленности? (приведите примеры)</p> <p>9. Как можно применять технологии аддитивного производства в автомобильной промышленности? (приведите примеры)</p> <p>10. Что представляет собой цифровое предпринимательство?</p> <p><b>Рекомендуемые источники:</b> раздел 8 [2,3]; раздел 9 [1-10].</p>	работа в Интернете, тестирование
--------------------	--	----------------------------------

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
Тема 1. Основы технологии аддитивного производства.	<p>Основные этапы в развитии аддитивного производства. Международное распространение аддитивного производства. Перспективы аддитивного производства. Трансформация быстрого прототипирования в прямое цифровое производство.</p> <p><b>Рекомендуемые источники:</b> раздел 8 [1-3]; раздел 9 [1-10].</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с конспектом лекции;</li> <li>- работа с электронной библиотечной системой (далее – ЭБС);</li> <li>- работа с информационно-образовательным порталом (далее – ИОП) Финуниверситета;</li> <li>- подготовка к тестированию;</li> <li>- подготовка к решению кейсов.</li> </ul>
Тема 2. Процессы аддитивного производства.	<p>Различия технологий аддитивного производства. Системы с использованием металлов. Техническое обслуживание оборудования. Вопросы обработки и хранения материалов. Проектирование для аддитивного производства. Области применения, не включающие традиционное моделирование в среде САПР.</p> <p>Детали различных технологий аддитивного производства:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Процесс фотополимеризации в ванне;</li> <li>2) Плавление порошков в сформированном слое;</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с конспектом лекции;</li> <li>- работа с ЭБС;</li> <li>- работа с ИОП Финуниверситета;</li> <li>- подготовка к тестированию;</li> <li>- подготовка к решению кейсов.</li> </ul>

	<p>3) Экструзионные системы;  4) Распыление материала методом струйной печати;  5) Распыление связующего для струйной печати;  6) Процессы ламинирования листовых (слоистых) материалов;  7) Процессы направленного энерговклада;  8) Технологии прямой записи.  <b>Рекомендуемые источники:</b> раздел 8 [2,3]; раздел 9 [1-10].</p>	
<p>Тема 3.  Цифровые технологии в аддитивном производстве.</p>	<p>Проектирование для аддитивного производства. Проектирование с учетом требований производства и сборки. Уникальные возможности аддитивного производства (сложные формы, иерархия, материалы, а также функциональная сложность). Принципы и цели базового проектирования для аддитивного производства. Исследование свободы проектирования. Инструменты САПР для аддитивного производства. Методы синтеза.  <b>Рекомендуемые источники:</b> раздел 8 [2,3]; раздел 9 [1-10].</p>	<p>- работа с конспектом лекции;  - работа с ЭБС;  - работа с ИОП Финуниверситета;  - подготовка к тестированию;  - подготовка к решению кейсов.</p>
<p>Тема 4.  Современное применение технологии аддитивного производства и его перспективы.</p>	<p>Применение технологий аддитивного производства в различных отраслях экономики. Возможности для бизнеса и будущее аддитивного производства. Новые виды продукции. Новые типы организаций. Новые типы занятости. Цифровое предпринимательство.  <b>Рекомендуемые источники:</b> раздел 8 [2,3]; раздел 9 [1-10].</p>	<p>- работа с конспектом лекции;  - работа с ЭБС;  - работа с ИОП Финуниверситета;  - подготовка к тестированию;  - подготовка к решению кейсов.</p>

## 6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе учебного процесса и консультирования студентов, по результатам выполнения ими самостоятельных работ. Основными *формами* текущего контроля знаний являются:

- дискуссионные формы: дискуссия, разбор кейсов – проводятся по результатам самостоятельной подготовки;
- защита выполненной контрольной работы – осуществляется презентация результатов по итогам выполнения задания.

Критерии балльной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях департамента.

## **Примеры тем контрольной работы**

1-40. Развитие технологий аддитивного производства в ... /определенной отрасли России (и мира)/ ...

Студент выбирает самостоятельно любую отрасль, по которой выполняет контрольную работу. В рамках одной учебной группы перечень отраслей не повторяется.

Список отраслей представлен на основании следующего документа: «ОК 029-2014. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности» (утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 г. № 14-ст) (в ред. от 14.11.2019 г.).

*«Раздел А. Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство (подразделы 01 – 04)*

*Раздел В. Добыча полезных ископаемых*

*05 Добыча угля*

*06 Добыча сырой нефти и природного газа*

*07 Добыча металлических руд*

*08 Добыча прочих полезных ископаемых*

*09 Предоставление услуг в области добычи полезных ископаемых*

*Раздел С. Обрабатывающие производства*

*10 Производство пищевых продуктов*

*11 Производство напитков*

*12 Производство табачных изделий*

*13 Производство текстильных изделий*

*14 Производство одежды*

- 15 Производство кожи и изделий из кожи
- 16 Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения
- 17 Производство бумаги и бумажных изделий
- 18 Деятельность полиграфическая и копирование носителей информации
- 19 Производство кокса и нефтепродуктов
- 20 Производство химических веществ и химических продуктов
- 21 Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях
- 22 Производство резиновых и пластмассовых изделий
- 23 Производство прочей неметаллической минеральной продукции
- 24 Производство металлургическое
- 25 Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования
- 26 Производство компьютеров, электронных и оптических изделий
- 27 Производство электрического оборудования
- 28 Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки
- 29 Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов
- 30 Производство прочих транспортных средств и оборудования
- 31 Производство мебели
- 32 Производство прочих готовых изделий
- 33 Ремонт и монтаж машин и оборудования
- Раздел D. Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха (подраздел 35)
- Раздел E. Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений (подразделы 36 – 39)
- Раздел F. Строительство (подразделы 41 – 43)



*Раздел G. Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов (подразделы 45 – 47)*

*Раздел H. Транспортировка и хранение (подразделы 49 – 53)*

*Раздел I. Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания (подразделы 55 – 56)*

*Раздел J. Деятельность в области информации и связи (подразделы 58 – 62)*

*63 Деятельность в области информационных технологий*

*/.../*

*Раздел P. Образование (подраздел 85)*

*Раздел Q. Деятельность в области здравоохранения и социальных услуг (подразделы 86 – 88)*

*Раздел R. Деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений (подразделы 90 – 93)»*

### **Примерный перечень вопросов для промежуточного тестирования**

1 Каких производственных технологий не бывает?

- a. аддитивных;
- b. субтрактивных;
- c. адаптивных;
- d. неадаптивных;
- e. форматных.

2 К какой группе технологий относится 3D-печать металлом?

- a. к адаптивным технологиям;
- b. к субтрактивным технологиям;
- c. к формативным технологиям;
- d. к аддитивным технологиям;
- e. к неадаптивным технологиям.

3 К какой группе технологий относится точение?

- a. к адаптивным технологиям;
- b. к субстрактивным технологиям;
- c. к формативным технологиям;
- d. к аддитивным технологиям;
- e. к неадаптивным технологиям.

4 К какой группе технологий относится 3D-печать полимерами?

- a. к адаптивным технологиям;
- b. к субстрактивным технологиям;
- c. к формативным технологиям;
- d. к аддитивным технологиям;
- e. к неадаптивным технологиям.

5 Сколько выделяют этапов аддитивного производства:

- a. 5;
- b. 6;
- c. 7;
- d. 8;
- e. 9.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины, содержится в разделе 2. «Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине».

<b>Компетенция</b>	<b>Типовые задания</b>
<p>ОПК-7 Способен использовать информационнокоммуникационные компьютерные технологии, базы данных, пакеты прикладных программ для решения инженерно-технических и техникоэкономических задач планирования и управления работами по инновационным проектам</p>	<p style="text-align: center;"><b>Задание 1</b></p> <p>На основании данных, представленных в открытых источниках, опишите основы технологии аддитивного производства. Структурируйте все его процессы.</p> <p style="text-align: center;"><b>Задание 2</b></p> <p>Оцените преимущества и недостатки отдельных технологий аддитивного производства (по вариантам):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Процесс фотополимеризации в ванне;</li> <li>2) Плавление порошков в сформированном слое;</li> <li>3) Экструзионные системы;</li> <li>4) Распыление материала методом струйной печати;</li> <li>5) Распыление связующего для струйной печати;</li> <li>6) Процессы ламинирования листовых (слоистых) материалов;</li> <li>7) Процессы направленного энерговклада;</li> <li>8) Технологии прямой записи.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Задание 3</b></p> <p>Опишите применение цифровых технологий в аддитивном производстве (модели САПР).</p>
<p>ПКП-3 Способность разрабатывать проекты реализации инноваций с использованием теории решения инженерных задач и других теорий поиска нестандартных, креативных решений, формулировать техническое задание, использовать средства автоматизации при проектировании и подготовке производства цифровых инноваций в проектах</p>	

### **Вопросы для подготовки к зачету:**

1. Основы технологии аддитивного производства.
2. Преимущества аддитивного производства.
3. Различие между аддитивным производством и обработкой на станках с ЧПУ.
4. Развитие технологий аддитивного производства.
5. Технологии, связанные с аддитивным производством.
6. Классификация процессов аддитивного производства.
7. Международное распространение аддитивного производства.

8. Трансформация быстрого прототипирования в прямое цифровое производство.
9. Процессы аддитивного производства (8 этапов).
10. Процесс фотополимеризации в ванне.
11. Преимущества и недостатки процесса фотополимеризации в ванне.
12. Плавление порошков в сформированном слое.
13. Преимущества и недостатки плавления порошков в сформированном слое.
14. Экструзионные системы.
15. Преимущества и недостатки экструзионных систем.
16. Распыление материала методом струйной печати.
17. Преимущества и недостатки распыления материала методом струйной печати.
18. Распыление связующего для струйной печати.
19. Процессы ламинирования листовых (слоистых) материалов.
20. Преимущества и недостатки процессов ламинирования листовых (слоистых) материалов.
21. Ультразвуковое аддитивное производство.
22. Преимущества и недостатки ультразвукового аддитивного производства.
23. Процессы направленного энерговклада.
24. Преимущества и недостатки процессов направленного энерговклада.
25. Технологии прямой записи.
26. Преимущества и недостатки технологии прямой записи.
27. Преимущества бюджетных систем аддитивного производства; выбор процесса.
28. Постобработка в аддитивном производстве.
29. Цифровые технологии в аддитивном производстве.
30. Задачи программного обеспечения в аддитивном производстве.
31. Манипуляции с STL-файлом.
32. Работа за пределами файла STL.

33. Прямое цифровое производство, его перспективы.
34. Оценки затрат прямого цифрового производства.
35. Проектирование для аддитивного производства.
36. Инструменты САПР для аддитивного производства.
37. Современное применение технологии аддитивного производства и его перспективы.
38. Быстрое изготовление инструмента (с помощью технологий аддитивного производства).
39. Применение технологий аддитивного производства в сфере здравоохранения.
40. Применение технологий аддитивного производства в аэрокосмической промышленности.
41. Применение технологий аддитивного производства в автомобильной промышленности.
42. Применение технологий аддитивного производства в различных отраслях экономики.
43. Возможности для бизнеса и будущее аддитивного производства.
44. Цифровое предпринимательство.

## **8.Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Нормативные акты:**

1. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 328 (ред. от 05.12.2019 г.) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»

### **8.2 Основная литература:**

2. Каменев, С.В. Технологии аддитивного производства: учебное пособие / С.В. Каменев, К.С. Романенко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. –

Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2017. – 145 с. -  
ЭБС Университетская библиотека online. – URL:  
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481769> (дата обращения:  
28.02.2020). – Текст: электронный.

### **8.3. Дополнительная литература**

3. Тарасова, Т. В. Аддитивное производство: учебное пособие / Т.В. Тарасова. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 196 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/textbook\_5c25c2b3a03f99.16774025. - ЭБС ZNANIUM.com. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1046704> (дата обращения: 28.02.2020). - Текст: электронный.

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

### **«Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) <http://elib.fa.ru/>
2. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОНЛАЙН» <http://biblioclub.ru/>
4. Электронно-библиотечная система Znanium <http://www.znanium.com>
5. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <https://www.biblio-online.ru/>
6. Деловая онлайн-библиотека Alpina Digital <http://lib.alpinadigital.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru>
8. Национальная электронная библиотека <http://нэб.рф/>
9. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <https://dvs.rsl.ru/>
10. Официальные сайты различных организаций России и мира (по отраслям).

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Студентам необходимо:

1. Ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (далее - РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы. РПД, а также все методические разработки по данной дисциплине имеются на образовательном портале и сайте департамента менеджмента.

2. Ознакомиться с графиком консультаций преподавателей департамента менеджмента.

### **Методические рекомендации по выполнению различных форм самостоятельных домашних заданий**

Продуктивность усвоения учебного материала во многом определяется интенсивностью и качеством самостоятельной работы студента. Самостоятельная работа предполагает формирование культуры умственного труда, самостоятельности и инициативы в поиске и приобретении знаний; закрепление знаний и навыков, полученных на всех видах учебных занятий; подготовку к предстоящим занятиям, экзаменам; выполнение контрольных, рефератов.

Самостоятельный труд развивает такие качества, как организованность, дисциплинированность, волю, упорство в достижении поставленной цели, вырабатывает умение анализировать факты и явления, учит самостоятельному мышлению, что приводит к развитию и созданию собственного мнения, своих взглядов. Умение работать самостоятельно необходимо не только для успешного усвоения содержания учебной программы, но и для дальнейшей творческой деятельности.

Основу самостоятельной работы студента составляет работа с учебной и научной литературой. Из опыта работы с книгой (текстом) следует определенная последовательность действий, которой целесообразно придерживаться. Сначала прочитать весь текст в быстром темпе. Цель такого чтения - в том, чтобы создать общее представление об изучаемом (не запоминать, а понять общий смысл прочитанного). Затем прочитать

вторично, более медленно, чтобы в ходе чтения понять и запомнить смысл каждой фразы, каждого положения и вопроса в целом.

К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны выполняться самостоятельно и представляться в срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

При подготовке самостоятельных заданий студентам следует:

- руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным РПД;
- выполнять все плановые задания, выданные преподавателем для самостоятельной подготовки, разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы.

### **Методические рекомендации по подготовке сообщений и докладов**

Одной из форм самостоятельной работы студента является подготовка сообщений и докладов, для обсуждения их на семинарском занятии.

Цель сообщений и доклада - развитие у студентов навыков аналитической работы с научной литературой, анализа дискуссионных научных позиций, аргументации собственных взглядов. Подготовка научных докладов также развивает творческий потенциал студентов.

Темы докладов определяются преподавателем и распределяются между студентами с учетом их интересов. Доклад готовится под руководством преподавателя, который ведет практические (семинарские) занятия.

Рекомендации студенту:

- перед началом работы по написанию доклада с преподавателем согласовывается структура доклада, выделяются вопросы, на которые следует обратить особое внимание (при подготовке доклада по применению нормативных документов, регламентирующих отдельные вопросы реализации кризис- диагностики), по проблемным и дискуссионным теоретическим вопросам согласовать литературу, на основе которой будут выстраиваться основные положения доклада, а также обсудить ключевые вопросы, которые следует раскрыть в докладе;



- выступить на семинарском занятии с 5-10 минутной презентацией своего доклада, ответить на вопросы студентов группы.

Требования:

- к оформлению доклада в форме презентации. На титульном листе указывается наименование учебного заведения, название департамента, наименование дисциплины, тема доклада, ФИО студента;

- к структуре доклада - оглавление, введение (указывается актуальность, цель и задачи), основная часть, выводы автора, список литературы (не менее 5 позиций). Объем согласовывается с преподавателями. В конце работы ставится дата ее выполнения и подпись студента, выполнившего работу.

Общая оценка за доклад учитывает содержание доклада, его презентацию, а также ответы на вопросы.

### **Методические рекомендации по выполнению контрольной работы**

Выполнение контрольной работы направлено на оценку качества усвоения студентами дисциплины, владения навыками решения практических заданий. При подготовке к выполнению задания студент должен изучить рекомендуемые нормативные правовые акты и учебную литературу, а также повторить ключевые положения и определения по изученным вопросам учебной дисциплины. В ходе выполнения контрольной работы студент должен проявить знания основных вопросов по темам учебной дисциплины, а также умения решать типовые задачи, формулировать четкие и содержательные ответы на вопросы, проводить сравнительную оценку. Контрольная работа предполагает письменный отчет и презентацию по исследуемому вопросу, которые должны отразить знание студентом понятийного аппарата. При работе учитывается правильность ответов на задания, отсутствие содержательных и терминологических ошибок, соответствие нормативным правовым актам.

### **Методические рекомендации по подготовке к зачету**

Обязательным условием допуска студента к зачету является посещение лекций, систематическая работа на семинарских занятиях, выполнение,

представление в срок преподавателю и успешная защита домашнего творческого задания на положительную оценку. Активная работа студента в семестре будет способствовать успешной сдаче зачета.

Желательно готовиться к итоговому контролю по курсу по следующему плану:

1. Внимательно изучить вопросы по курсу.
2. Распределить темы подготовки по блокам и дням.
3. Выделить ключевые моменты, структурировать логику изложения материала.
4. Составить план ответа на каждый вопрос.
5. Изучив несколько вопросов, обсудить их с другими студентами группы, проговорить основные положения ответа вслух.

Положительная оценка при ответе на теоретический вопрос складывается из умения оперировать понятиями, из знания конкретного материала и знания контекста вопроса. Ответ должен быть развернутым и аргументированным.

Для подготовки к решению задач необходимо разбирать типовые или полученные на практических занятиях задачи.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем**

11.1. Комплект лицензионного программного обеспечения:

- Windows Microsoft office (Word, Excel, PowerPoint);
- Антивирус ESET ENDPOINT SECURITY.

11.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: «Консультант Плюс» и «Гарант».

11.3. Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации – не предусмотрено.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для осуществления образовательного процесса в рамках дисциплины необходимо наличие специальных помещений.

Специальные помещения представляют собой учебные аудитории для проведения лекций, семинарских и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Специальные помещения должны быть укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Проведение лекций и семинаров в рамках дисциплины осуществляется в помещениях:

- оснащенных демонстрационным оборудованием;
- оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»;
- обеспечивающих доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.