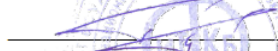


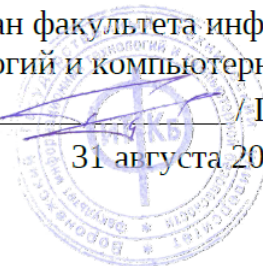
**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета информационных  
технологий и компьютерной безопасности

 / П. Ю. Гусев /  
31 августа 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**  
**Аддитивные и традиционные**  
**технологии**

**Направление подготовки (специальность) 09.04.02 Информационные системы и технологии**

**Магистерская программа Информационный анализ и синтез объектов промышленного дизайна**

**Квалификация выпускника магистр**

**Нормативный период обучения 2 года/ 2 года 3 месяца**

**Форма обучения Очная/Заочная**

**Год начала подготовки 2021 г.**

Автор(ы) программы \_\_\_\_\_  Д.А. Свиридов

Заведующий кафедрой  
Графики, конструирования  
и информационных технологий  
в промышленном дизайне \_\_\_\_\_  А.В. Кузовкин

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_  А.В. Кузовкин

**Воронеж 2021**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Формирование инженерных компетенций в области разработки, проектирования и изготовления изделий с применением аддитивных технологий

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- сформировать системное представление об исторических предпосылках появления аддитивных технологий;
- изучение информации о машинах и оборудовании для выращивания изделий из различных расходных материалов;
- усвоение алгоритма изготовления изделий с применением 3D принтера
- приобретение навыка проведения контроля качества готового изделия

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Аддитивные технологии» относится к дисциплинам вариативной части блока ФТД.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Аддитивные технологии» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

ПК-6 - Способен применять навыки программирования для решения задач обеспечения функционирования программного обеспечения машиностроительного предприятия

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	Знать основные особенности выбора и применения контрольно-измерительной аппаратуры для определения технических характеристик макетов;
	Уметь выполнять при разработке операции необходимые расчеты технологических параметров обработки
	Владеть способностью в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей;
ПК-6	Знать существующие методики проектирования нанообъектов и формируемых на их основе изделий;
	Уметь разрабатывать программные средства;
	Владеть навыками проведения расчетных работ при проектировании нанообъектов и формируемых на их основе изделий

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Аддитивные технологии» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	36	36
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий  
**очная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Основные термины и определения	Дисциплина, ее связь с другими дисциплинами. Понятие аддитивные технологии. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Характеристика рынка аддитивных технологий.	4	4	6	14
2	Аппаратурная база аддитивных технологий	Классификация оборудования и расходного материала. Принцип действия и особенности эксплуатации оборудования для изготовления изделий методом послойного синтеза.	4	4	6	14
3	Методы и средства прецизионных измерений сложных деталей	Классификация систем бесконтактной оцифровки и области их применения. Правила бесконтактной оцифровки.	4	4	6	14
4	Методы создания и корректировки компьютерных моделей	Моделирование и доработка изделий в компьютерных программах для 3D печати. Реинжиниринг и контроль точности оцифрованных моделей.	2	2	6	10
5	Теоретические основы производства изделий методом послойного синтеза	Технологический процесс и слайсинг для изготовления изделий Контроль качества готового изделия. Финишная доработка изделий, полученных методом послойного синтеза. Эксплуатация аддитивных установок	2	2	6	10
6	Перспективы развития	Перспективы развития аддитивных технологий	2	2	6	10
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>72</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Создание электронных моделей

Подготовка моделей для печати

Изготовление изделий из АБС пластика на 3Д принтере

Изучение влияния режимов печати на качество изделия

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
УК-1	Знать основные особенности выбора и применения контрольно-измерительной аппаратуры для определения технических характеристик макетов;	опрос	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выполнять при разработке операции необходимые расчеты технологических параметров обработки	опрос	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей;	опрос	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать существующие методики проектирования нанообъектов и формируемых на их основе изделий;	опрос	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	Уметь разрабатывать программные средства;	опрос	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками проведения расчетных работ при проектировании нанообъектов и формируемых на их основе изделий	опрос	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
УК-1	Знать основные особенности выбора и применения контрольно-измерительной аппаратуры для определения технических характеристик макетов;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь выполнять при разработке операции необходимые расчеты технологических параметров обработки	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью в составе коллектива участвовать в разработке макетов изделий и их модулей;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	Знать существующие методики проектирования нанообъектов и формируемых на их основе изделий;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь разрабатывать программные средства;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками проведения расчетных работ при проектировании нанообъектов и формируемых на их основе	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	изделий			
--	---------	--	--	--

## **7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

### **7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

*Выбери один правильный ответ.*

1. При построении геометрических примитивов в КОМПАС-3D используется:

- a) меню;
- +б) панель «Геометрия»;
- в) панель «Вид»

2. Для построения сложных геометрических контуров в КОМПАС-3D используют команду:

- a) – вспомогательная линия;
- б) – окружность;
- +в) – Автолиния.

3. Для построения объекта, состоящего только из горизонтальных и вертикальных линий в КОМПАС-3D используют команду:

- +a) – ортогональное черчение;
- б) – глобальные привязки;
- в) – заливка.

*Вставьте пропущенное слово:*

4. Материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе познания (изучения) замещает объект-оригинал, сохраняя некоторые его важные для данного исследователя типичные черты, называют \_\_\_ модель \_\_\_\_\_.

5. При аддитивном производстве используется \_\_\_\_\_ послойный \_\_\_\_\_ принцип создания объектов.

*Ответьте на вопросы:*

6. Что называют «экструзия»?

*(технологический процесс) – метод и процесс получения изделий из полимерных материалов (резиновых смесей, пластмасс, крахмалсодержащих и белоксодержащих смесей) путём продавливания расплава материала через формирующее отверстие в экструдере.*

7. Какие виды моделей вы знаете?

*материальные и идеальные*

*Дополните определение:*

8. Филамент – это

– это полимерный расходный материал, используемый при создании 3D-моделей при помощи 3D-принтера

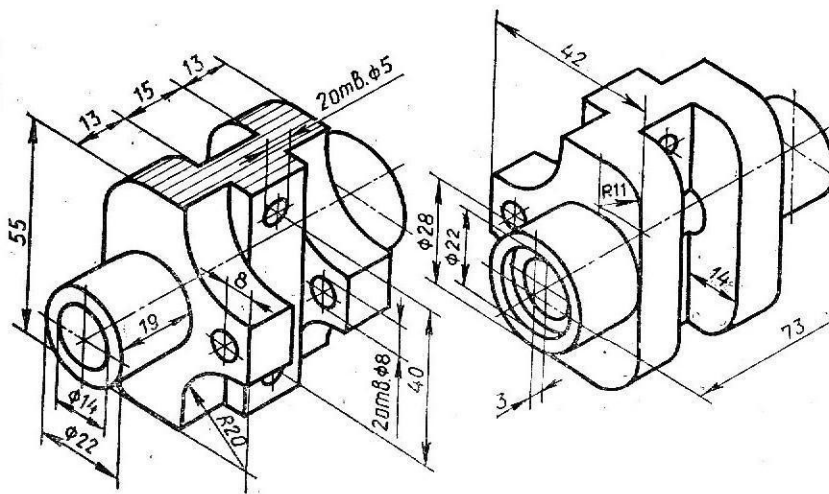
9. Материальные модели – это

*это предметные, которые воспроизводят геометрические и физические свойства предметов (глобус, анатомический муляж, макеты зданий)*

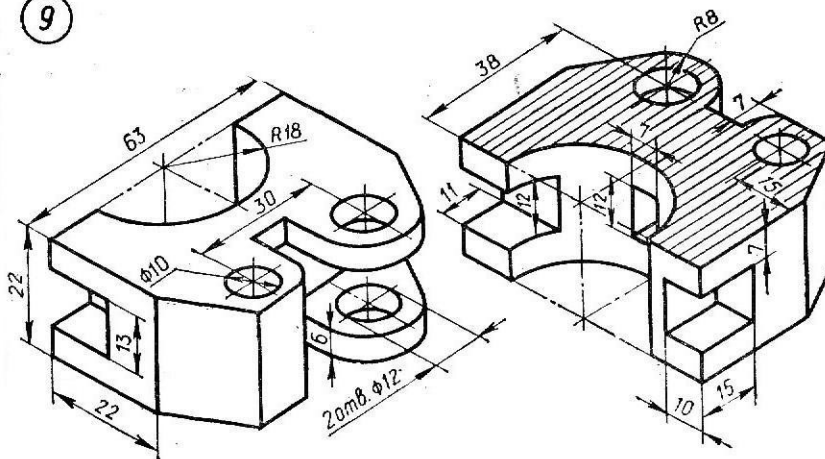
10. Температура плавления пластика PLA составляет 173-178 градусов

**7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**  
*Создание ЭМ для печати на 3D принтере*

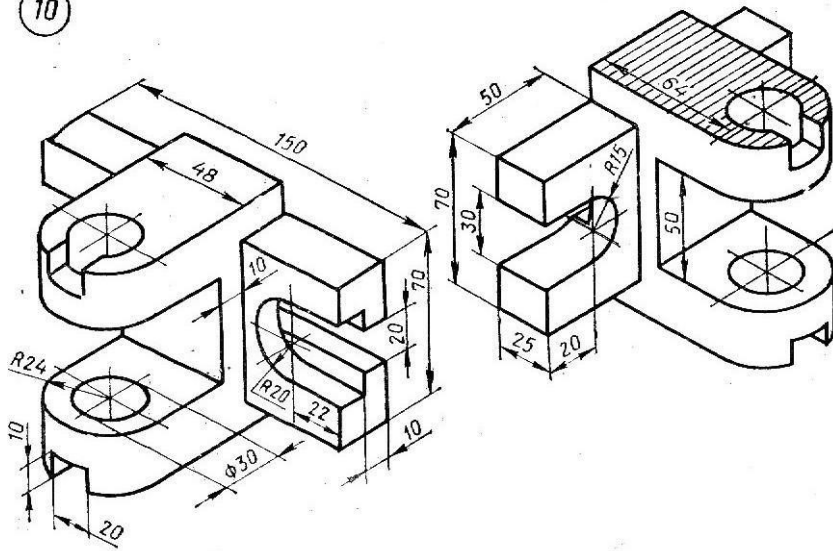
8



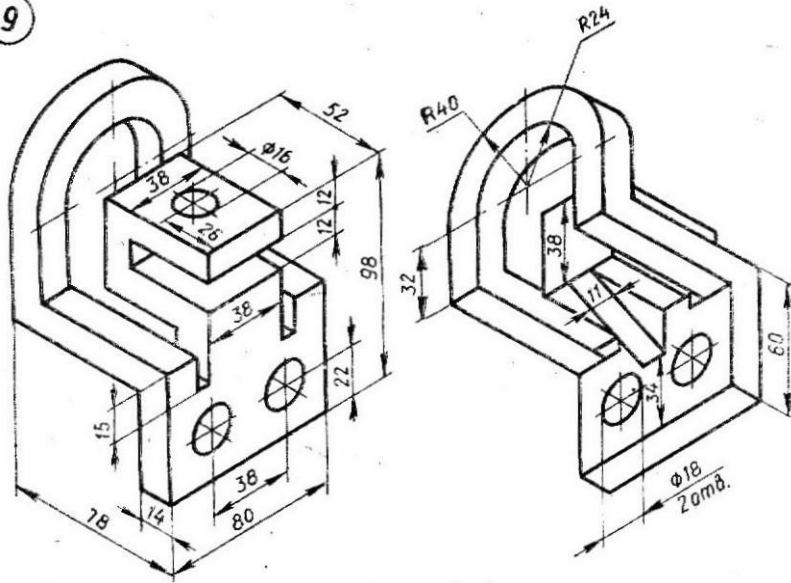
9



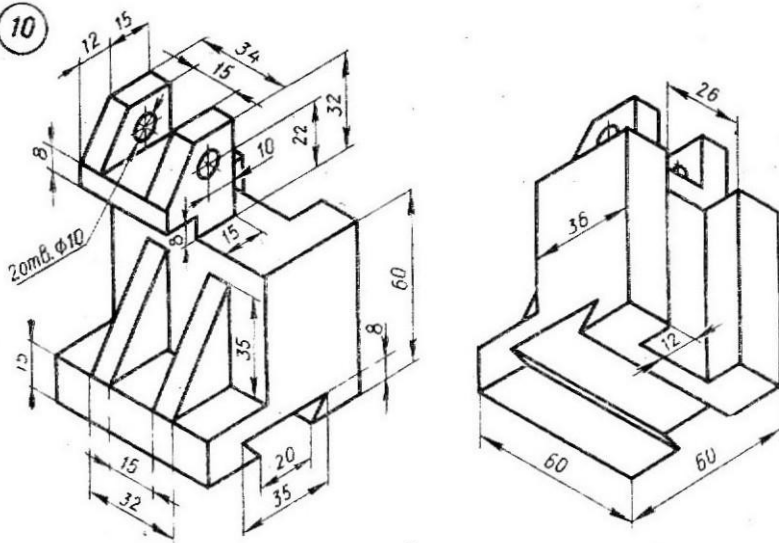
10



9

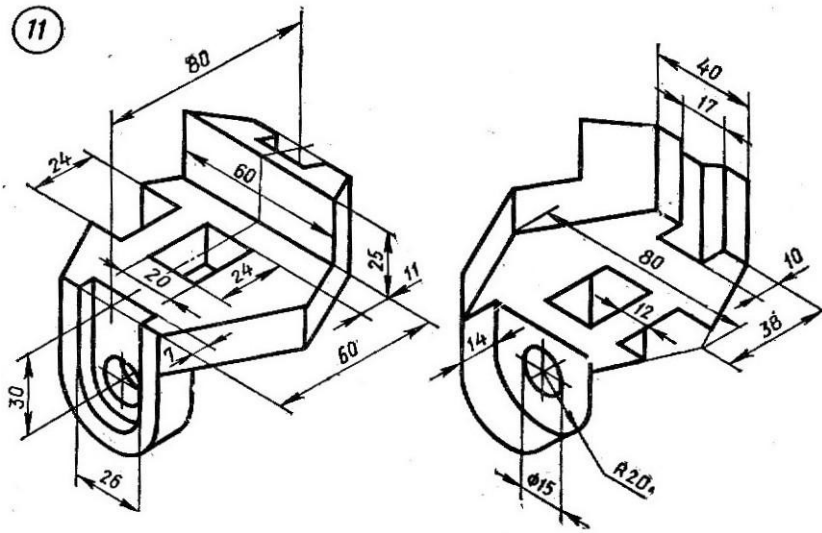


10

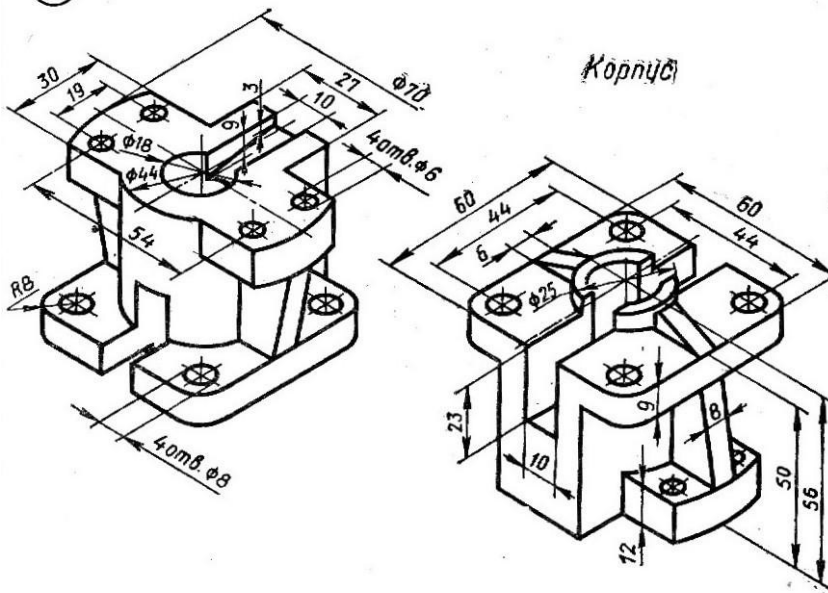




11

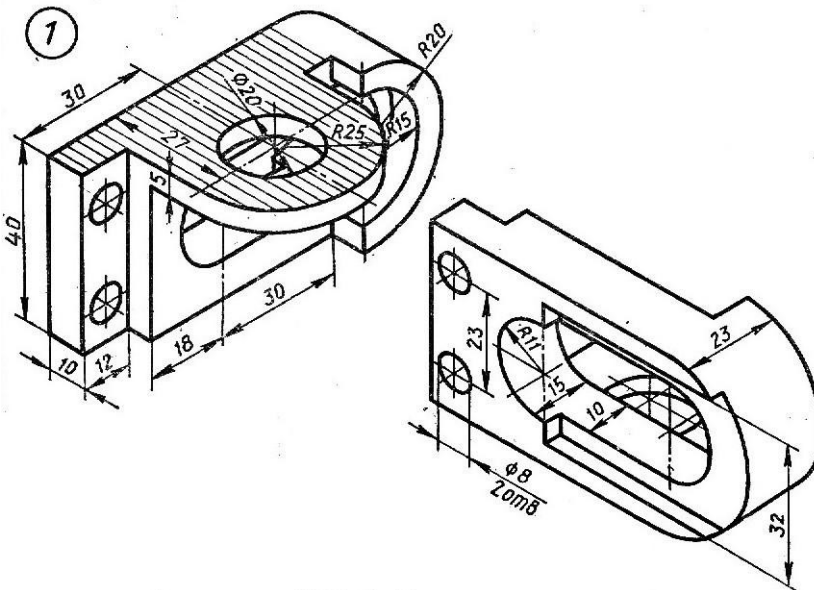


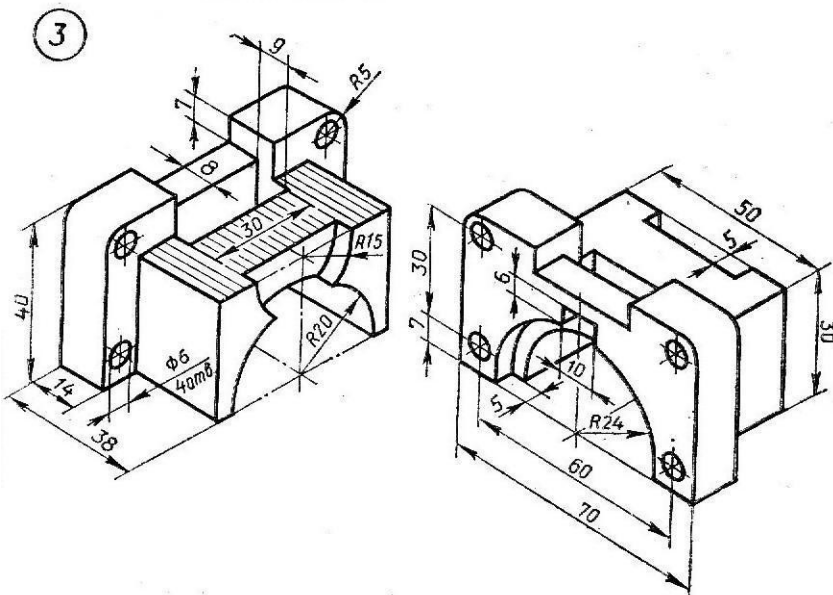
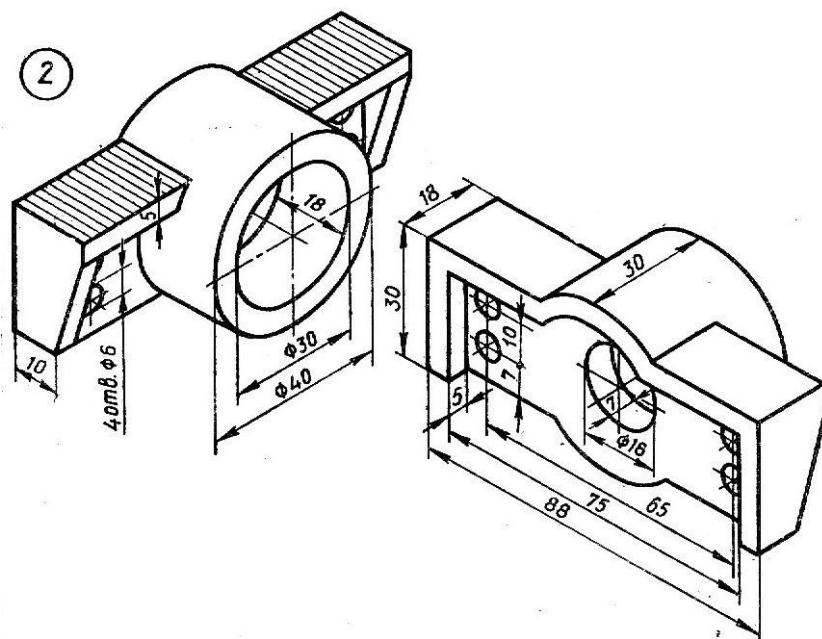
12



Корпус

1





**7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**  
*Разработка управляющих программ для аддитивного оборудования по заданиям из 7.2.2.*

**7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Что такое аддитивные технологии. 2. Методы оцифровки и контрольно-измерительные машины. 3. Методы создания и корректировки компьютерных моделей. 4. Теоретические основы производства изделий методом послойного синтеза. 5. Машины и оборудование для выращивания металлических изделий. 6. Эксплуатация аддитивных установок. 7. Методы финишной обработки и контроля качества готовых изделий. 8. Системы бесконтактной оцифровки и области их применения. 9. Принцип действия различных систем бесконтактной оцифровки. 10. Правила осуществления работ по бесконтактной оцифровке для целей производства. 11. Устройство, правила калибровки и проверки на точность систем бесконтактной оцифровки. 12. Требования к компьютерным моделям, предназначенным для производства на установках послойного синтеза. 13. Особенности

использования синтезированных объектов для литья в качестве выплавляемых или выжигаемых моделей, литейных форм и стержней. 13. Порошковая металлургия (компактирование нанопорошков). 14. Кристаллизация из аморфного состояния. 15. Различные методы нанесения наноструктурных покрытий. 16. Типы расходного материала. 17. ABS пластики. 18. Настройки поддержки и внутреннего заполнения модели.

### 7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

### 7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение. Основные термины и определения	УК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Аппаратурная база аддитивных технологий	УК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Методы и средства прецизионных измерений сложных деталей	УК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Методы создания и корректировки компьютерных моделей	УК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Теоретические основы производства изделий методом послойного	УК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата,

	синтеза		требования к курсовому проекту....
6	Введение. Основные термины и определения	УК-1, ПК-2	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Большаков, В.П. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex : учебный курс / В. П. Большаков, А. Л. Бочков, А. А. Сергеев. - СПб.: Питер

2. Компьютерные технологии и графика: Атлас / П. Н. Учаев, С. Г. Емельянов, К. П. Учаева, Ю. А. Попов; Под ред. П.Н.Учаева. - Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2015; 2011. - 275с.

3. Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю. В. Димов. - 4-е изд. - СПб.: Питер, 2013. - 496с.

4. Белова, И.В. Материаловедение : учебное пособие для вузов / И. В. Белова, Н. Е. Емец. - 2-е изд. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре.

5. Романычева, Э.Т. Инженерная и компьютерная графика : учебник для вузов с дистанц.обучением / Э. Т. Романычева, Т. Ю. Соколова, Г. Ф. Шандурина. - 2-е изд., перераб. - М.: ДМК Пресс, 2001. - 586с.+электрон.опт.диск.

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при**

осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

*Google.com – поисковая система*

*KOmpas 3D*

*Siemens NX*

*MakerbotDesktop*

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

1. *Компьютерный класс с установленным программным обеспечением (Siemens NX, MakerbotDesktop, Kompas 3D), доступом к сети Интернет;*
2. *Рабочая станция преподавателя, проектор.*
3. *3D принтер.*

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Аддитивные технологии» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения

<p>работа</p>	<p>учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>