Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 15.07.2025 16:04:28
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ /Е.В. Сафонов/

«27» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы аддитивных технологий

Направление подготовки
15.03.01 Машиностроение

Профиль
Комплексные технологические процессы и оборудование машиностроения

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Заочная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

доцент, к.т.н., доцент  /Ю.А. Моргунов/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «ТиОМ»,
к.т.н., доцент  /А.В. Александров/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 4
3. Структура и содержание дисциплины ... 4
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 4
3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 5
3.3. Содержание дисциплины ... 6
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 7
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 7
4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 7
4.2. Основная литература ... 8
4.3. Дополнительная литература ... 8
4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 8
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 8
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 9
5. Материально-техническое обеспечение ... 9
6. Методические рекомендации ... 9
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 9
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 10
7. Фонд оценочных средств ... 10
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 10
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 11
7.3. Оценочные средства ... 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Основы аддитивных технологий» следует отнести:

– формирование знаний о перспективных методах получения изделий с помощью методов и технологий физико-химической обработки, а также практических навыков выбора оптимального метода получения заготовок с позиции сокращения сроков подготовки их производства;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по данному направлению, в том числе формирование умений по рациональному использованию как традиционных, так и новых наукоемких технологий получения изделий в различных производственных условиях.

К основным задачам освоения дисциплины «Основы аддитивных технологий» следует отнести:

– освоение методики рационального выбора способа получения изделий в условиях многономенклатурного производства;

– освоение технологии быстрого создания твердотельных прототипов (RP-технологии) и основные направления их использования;

– освоение основных принципов аддитивного производства изделий из различных материалов;

– формирование умений и навыков по обоснованному выбору оборудования для реализации выбранных технологий получения изделий.

Дисциплина «Основы аддитивных технологий» дает основу, на базе которой у студентов формируется четкое представление о современных технологиях аддитивного производства.

Обучение по дисциплине «Основы аддитивных технологий» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-7 Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	ИОПК-7.1. Знает теоретические основы применения экологичных и безопасных методов рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении ИОПК-7.2. Умеет применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении ИОПК-7.3. Владеет умениями применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении	рнать • различные методы изготовления изделий в аддитивном производстве; • основные типы оборудования при производстве порошковых материалов для аддитивных технологий. уметь: • выбирать технологическое оборудование и для реализации аддитивных технологий владеть: • навыками выбора оптимального метода получения изделий для конкретных производственных условий

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к основной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения – не предусмотрена

3.1.2. Очно-заочная форма обучения – не предусмотрена

3.1.3. Заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
			3
1	**Аудиторные занятия**	**10**	10
	В том числе:		
1.1	Лекции	4	4
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия	6	6
2	**Самостоятельная работа**	**62**	62
	В том числе:		
2.1	Самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовка к практическим работам	62	62
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Зачет
	Итого	**72**	72

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения – не предусмотрена

3.2.2. Очно-заочная форма обучения – не предусмотрена

3.2.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Основные понятия и определения курса	**6,5**	0,5				6
2	Терминология и классификация методов	**16**	0,5		№1 (1,5 часа)		14
3	Процессы формообразования и их классификация	**16,5**	1		№1 (1,5 часа)		14
4	Методы аддитивного производства: Методы фотополимеризации. Методы листового ламинирования. Методы послойной экструзии.	**16,5**	1		№2 (1,5 часа)		14

5	Примеры использования моделей прототипов: Технология вакуумного литья в силиконовые формы. Литье по выжигаемым моделям. Технология быстрого изготовления литых штампов и прессформ	**16,5**	1		№2 (1,5 часа)		14
Итого		**72**	4		6		62

3.3 Содержание дисциплины

1. Основные понятия и определения курса

Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Состояние и перспективы развития АТ. Статистический анализ развития аддитивных технологий. Основные проблемы развития АТ. Прогнозы и перспективы

2. Терминология и классификация методов

Основные термины в технической литературе. Стандартизация терминов и определений. Материалы, применяемые в аддитивном технологическом процессе. Типы аддитивных технологических процессов. Критерии оценки при выборе аддитивной технологии.

3. Процессы формообразования и их классификация

Развитие процессов формообразования. Классификация методов формообразования. Задачи формообразования. Классификация методов аддитивного формообразования. Структура технологического процесса послойного синтеза. Преимущества и проблемы послойного синтеза.

4. Методы аддитивного производства

Методы фотополимеризации. Оборудование и основные системы. Нанесение фотополимеризующейся композиции. Погрешности, возникающие в процессе фотополимеризации. Стратегия Quick Cast и ее особенности. Преимущества и недостатки лазерной стереолитографии.

Методы листового ламинирования. LOM-технология. Способы листового ламинирования «форма-закрепление». CAM-LEM-технология. Ультразвуковая консолидация и ее достоинства.

Методы послойной экструзии. Моделирование нанесением расплава. Преимущества и недостатки FDM-процесса. Поддерживающие структуры. Оборудование для FDM-процесса. Альтернативные FDM методы послойной экструзии

EOS-технология для получения RP-моделей. Физическая сущность процесса. Материалы, применяемые для изготовления моделей, а также готовых изделий. Достоинства и недостатки метода.

5. Примеры использования моделей прототипов

Метод электродугового напыления. Технология вакуумного литья в силиконовые формы.

Литье по выжигаемым моделям. Литье по выплавляемым моделям. Технология центробежного литья в резиновые формы. Гальванопластика SEF. Технология быстрого изготовления литых штампов. Технология изготовления пресс-форм из металлополимерной композиции.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу

1. Материалы, используемые в аддитивных технологиях.
2. Состав конструкторско-технологической документации, используемый для описания ТП в аддитивном производстве.
3. Требования безопасности, предъявляемые к организации аддитивного производства.
4. Требования безопасности, предъявляемые к размещению оборудования.

5. Влияние типа производства на организацию работы аддитивного производства.
6. Варианты описания технологического процесса получения изделий.
7. Влияние типа производства на выбор технологического оборудования.
8. Назначение систем CAD, CAM, CAE.
9. Обзор программных продуктов, позволяющих решать проблему проектирования твердотельных моделей.
10. Традиционная технология подготовки производства к выпуску нового изделия.
11. Классификация 3-D принтеров, используемых в технологиях быстрого прототипирования.
12. Требования по размещению и эксплуатации установок для стереолитографии.
13. Характеристики материалов, используемых в технологиях быстрого прототипирования.
14. Характеристики материалов, используемых для изготовления легкоплавких моделей.
15. Основные преимущества и недостатки аддитивных технологий.
16. Схема установки для селективного лазерного сплавления.
17. Схема установки для прямого осаждения.
18. Конструкция лазерной головки для селективного лазерного сплавления.
19. Установки для производства порошков для АМ-машин и их характеристики.
20. Технико-экономические аспекты использования аддитивных технологий.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия – не предусмотрены

3.4.2. Лабораторные занятия

1. Лаб. работа №1 "Создание 3D- модели"
2. Лаб. работа №2 "Создание 3D- модели инструмента (верхняя и нижняя плиты)

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект – не предусмотрен.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. База данных ГОСТов - http://standartgost.ru/
2. ГОСТ Р 57558-2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения
3. ГОСТ Р 57556-2017 Материалы для аддитивных технологических процессов. Методы контроля и испытаний
4. ГОСТ Р 57589-2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 2. Материалы для аддитивных технологическихпроцессов. Общие требования
5. ГОСТ Р 57590-2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 3. Общие требования
6. ГОСТ Р 57591-2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 4. Обработка данных
7. ГОСТ Р 57588-2017 Оборудование для аддитивных технологических процессов. Общие требования
8. ГОСТ Р 57586-2017 Изделия, полученные методом аддитивных технологических процессов. Общие требования

9. ГОСТ Р 57587-2017 Изделия, полученные методом аддитивных технологических процессов. Методы контроля и испытаний

10. ГОСТ Р 57911-2017 Изделия, полученные методом аддитивных технологических процессов. Термины и определения

11. ГОСТ Р 57910-2017 Материалы для аддитивных технологических процессов. Методы контроля и испытаний металлических материалов сырья и продукции

4.2 Основная литература

1. Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер. Технологии Аддитивного производства, М.: Техносфера, 2016. – 646 с.

2. Зленко М.А., Нагайцев М.В., Довбыш В.М. Аддитивные технологии в машиностроении. Пособие для инженеров. М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» 2015. 220 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Петров П.А., Сапрыкин Б.Ю. Технологии быстрого прототипирования. Уч. пособие для студентов направления подготовки 15.03.01 "Машиностроение". - М, 2011. - 82с.: ил.

2. Лазерные аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие / Л17 [А. Г. Григорьянц и др.]; под ред. А. Г. Григорьянца. — Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. — 278, [2| с. : ил.

3. Наукоемкие технологии машиностроительного производства: Физико-химические методы и технологии: учебное пособие / Ю.А.Моргунов, Д.В.Панов, Б.П.Саушкин, С.Б.Саушкин; под ред. Б.П.Саушкина. – М.: Издательство «Форум», 2013. – 928 с.: ил. – (Высшее образование)

4.4. Методические указания для проведения лабораторных и практических работ

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу "Основы компьютерного моделирования и быстрого прототипирования". Лаб. работа №1 "Создание 3D- модели". - М., 2009.

2. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу "Основы компьютерного моделирования и быстрого прототипирования". Лаб. работа №2 "Создание 3D- модели инструмента (верхняя и нижняя плиты)". - М., 2009.

4.5. Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка
Основы аддитивных технологий	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=6873

4.6. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение – не предусмотрено.

4.7. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам):

1. https://lanbook.ru – ЭБС «Издательства Лань».
2. https://urait.ru – Образовательная платформа «ЮРАЙТ».
3. https://biblioclub.ru – ЭБС «Университетская библиотека онлайн.
4. https://www.elibrary.ru – Научная электронная библиотека e.LIBRARY.ru.

5. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной подготовки по дисциплине «Основы аддитивных технологий». Материально-техническое обеспечение дисциплины «Основы аддитивных технологий» включает использование кафедральных аудиторий, мультимедийные аудитории университета, а также лабораторий университета для наглядной демонстрации металлорежущих станков, режущих инструментов и технологической оснастки.

6. Методические рекомендации

6.6. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

При подготовке дисциплины «Основы аддитивных технологий» преподаватели должны пользоваться материалами, приведенными в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» данной рабочей программы. Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения: учебники, информационные ресурсы Интернета; справочные материалы и нормативно-техническая документация; методические указания для выполнения практических работ.

На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД). Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД;
- рекомендует студентам учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины – основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней;
- доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомиться с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

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

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента: развитие навыков самостоятельной учебной работы; освоение содержания дисциплины; углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины; использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету и экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы: самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; подготовка к лекционным и практическим занятиям; подготовка к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

6.2.4. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS Мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

7. Фонд оценочных средств

7.6. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки преподавание дисциплины проводится в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля: контроль текущей успеваемости (текущий контроль); промежуточная аттестация.

Результаты обучения (успеваемости) контролируются и оцениваются с помощью тематических заданий (практические работы), контрольных работ, итоговой аттестации (зачет, экзамен).

За **три дня до даты проведения промежуточной аттестации (не включая дату проведения промежуточной аттестации)** студенты должны выполнить все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

Перечень оценочных средств по дисциплине			
№ ОС	**Наименование оценочного средства**	**Краткая характеристика оценочного средства**	**Представление оценочного средства в ФОС**
1	Устный опрос – зачет, экзамен	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Перечень вопросов
2	Лабораторные работы	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом	Перечень лабораторных работ
3	Тесты по разделам дисциплины (Т), Итоговый тест	По каждому разделу дисциплины предусмотрены тесты, которые студенты должны пройти самостоятельно на компьютере. К каждому вопросу теста даны три-четыре варианта ответа. Правильным является только один. Тестирование ограничено по времени. Для каждого теста предусмотрено три попытки. Засчитывается максимальный результат. Положительный результат – 80%. Итоговое компьютерное тестирование проводится во время промежуточной аттестации: 30 вопросов, на которые отводится 30 минут, дается только одна попытка. Студент, не прошедший итоговое тестирование получает оценку «незачет» и до зачета не допускается. Результат тестирования учитывается преподавателем при определении общей оценки.	Тесты по темам/разделам дисциплины. Итоговый тест

7.7. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачетно-экзаменационной сессии.

Промежуточная аттестация обучающихся в проходит в комбинированной форме: итоговое тестирование-зачет. Промежуточная аттестация проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки с учетом результата итогового тестирования. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «незачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Основы аддитивных технологий» (самостоятельное тестирование по разделам дисциплины с положительным результатом (более 80%), выполнение и успешная защита лабораторных работ, выполнение заданий на самостоятельную работу и пр.).

Итоговое тестирование студентов проводится во время промежуточной аттестации. Студент, не прошедший итоговое тестирование получает оценку незачтено и до зачета не допускается. Результат тестирования учитывается преподавателем при определении общего уровня знаний студента.

Учебниками и конспектами лекций во время проведения итоговой аттестации пользоваться не разрешается.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	**Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Успешно сдан итоговый тест.** 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.
Не зачтено	**Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Не сдан итоговый тест.** 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.

7.8. Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Лабораторные работы

Лабораторнаяя работа – это форма контроля полученных и усвоенных студентом знаний по дисциплине, представленная в виде индивидуальной теоретически-практической работы.

Тематика лабораторных работ приведена в п.3.4.1 рабочей программы дисциплины.

Шкала оценки		
Шкала оценивания		**Описание**
Отлично	Зачтено	Оценка выставляется при выполнении практической работы в полном объеме; работа отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач,

		сформулированных в задании; на все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения.
Хорошо	Зачтено	Оценка выставляется при выполнении практической работы в полном объеме; работа отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, оформлена с соблюдением установленных правил; студент недостаточно владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя; на большинство вопросов даны правильные ответы, защищает свою точку зрения достаточно обосновано.
Удовлетворительно	Зачтено	Оценка выставляется при выполнении практической работы в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов; студент усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя (без инициативы и самостоятельности) применяет его практически; на вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки, неуверенно защищает свою точку зрения.
Неудовлетворительно	Не зачтено	Практическая работа не выполнена, либо выполнена не в полном объеме. Студент не может защитить свои решения, допускает грубые фактические ошибки при ответах на поставленные вопросы или вовсе не отвечает на них.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачетно-экзаменационной сессии.

Учебниками и конспектами лекций во время проведения итоговой аттестации пользоваться не разрешается.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.
2. Факторы, сдерживающие развитие АП в машиностроении.
3. Факторы организационно-технического характера, лимитирующие развитие и внедрение АП.
4. Существующие типы аддитивных технологических процессов в соответствии с ГОСТ Р 57588-2017.
5. Основные виды материалов, применяемых в аддитивном технологическом процессе.
6. Дайте определение следующим терминам: «Аддитивное производство», «Лазерное спекание/сплавление», «Подложка», «Отверждение», «3D-сканирование».
7. Схемы двух альтернативных принципов для фотополимеризации в ванне.
8. Метод струйного нанесения материала и метод струйного нанесения связующего.
9. Метод синтеза на подложке по ГОСТ Р 57588-2017.
10. Метод экструзии материала по ГОСТ Р 57588-2017.
11. Метод прямого подвода энергии и материала по ГОСТ Р 57588-2017.

12. Метод листовой ламинации по ГОСТ Р 57588-2017.
13. Критерии оценки при выборе аддитивной технологии.
14. Классификация методов формообразования. В чем заключается сущность каждого из методов.
15. Классификация методов обработки, используемых в промышленности. Описание класса. Название. Примеры технологий.
16. Задачи формообразования. Минимальные ограничения к сложности формы. Основные показатели сложности формы.
17. Задачи формообразования. Раскрыть сущность трех способов задания поверхности геометрического прототипа.
18. Задачи формообразования. Производительность формообразования при различных методах формообразования. От чего зависит производительность формообразования.
19. Характеристика восьми признаков, по которым осуществляется классификация методов аддитивного формообразования.
20. Структура технологического процесса послойного синтеза.
21. Характеристика этапа подготовки процесса послойного синтеза. Какие задачи он решает?
22. Характеристика этапа формирования изделия. Основные способы формирования изделий. Привести примеры.
23. Характеристика этапа пост-обработки изделия. Привести конкретные примеры обработки и их назначение.
24. Преимущества послойного синтеза перед другими методами формообразования. Привести примеры.
25. Проблемы послойного синтеза. Меры по повышению производительности и энергоемкости технологий послойного синтеза.
26. Основные методы фотополимеризации. Метод лазерной стереолитографии. Сущность метода, особенности фотополимеризующихся композиций.
27. Основные методы фотополимеризации. Метод отверждения проецированием. Сущность метода, особенности процесса пост-обработки.
28. Основные методы фотополимеризации. Метод печати с фотохимическим отверждением. Сущность метода и его основные преимущества.
29. Фотополимеризующиеся композиции (ФПК) и их взаимодействие с лазерным излучением. Четыре стадии процесса фотополимеризации. Основные группы характеристик ФПК.
30. Основные характеристики фотополимеризующейся композиции (ФПК) и параметры, определяющие эффективность взаимодействия ФПК с лазерным излучением.
31. Расчет массы трека, получаемого при взаимодействии лазерного луча и фотополимера, производительности процесса и удельной массы трека.
32. Механизм формирования погрешностей при фотополимеризации. Приемы, используемые для снижения коробления изделия в процессе фотополимеризации.
33. Стратегия формирования траекторий движения пятна излучения для способов векторно- сканирующего отверждения. Рассмотреть схему формирования слоев.
34. Стратегия Quick Cast и ее особенности при изготовлении изделий методом стереолитографии.
35. Типы лазеров, применяемых в стереолитографических установках и их основные характеристики. Преимущества твердотельных лазеров с диодной накачкой.
36. Особенности процесса нанесения фотополимеризующейся композиции (ФПК). Основные виды ошибок нанесения слоя ФПК и способы их минимизации.
37. Системы сканирования лазерного излучения относительно поверхности выращиваемой детали в процессе стереолитографии и их основные параметры. Достоинства и недостатки этих систем.

38. Принцип работы систем регулирования уровня фотополимеризующейся композиции в баке выращивания.
39. Преимущества и недостатки метода лазерной стереолитографии.
40. Основные направления применения метода лазерной стереолитографии.
41. Классификация методов листового ламинирования. Особенности протекания процесса изготовления изделий при этих методах.
42. Сущность LOM-технологии. Ее преимущества, недостатки и область применения.
43. Характеристики материалов, применяемых в LOM-технологии. Привести примеры изделий, полученных LOM-технологией и области их применения.
44. Схема и сущность технологии бумажного ламинирования.
45. Способы листового ламинирования «форма-закрепление». Достоинства и недостатки технологии «Stratoconception®».
46. Сущность CAM-LEM-технологии. Основные достоинства метода и область применения.
47. Принцип процесса ультразвуковой консолидации (УЗК) и его особенности. Материалы, используемые в этой технологии.
48. Особенности ультразвуковой сварки. Область применения. Достоинства и недостатки.
49. Достоинства и недостатки ультразвуковой консолидации (УЗК). Основные параметры режима. Варианты перекрытия материала и их анализ.
50. Моделирование нанесением расплава. Принцип работы установки. Материалы, применяемые в этой технологии. Области применения. Точность и качество поверхности.
51. Преимущества и недостатки FDM-процесса.
52. Особенности применения поддерживающих структур при FDM-процессе.
53. Альтернативные FDM методы послойной экструзии. Привести примеры технологий.
54. Технология изготовления форм методом электродугового напыления. Особенности, достоинства, области применения.
55. Вакуумное литье в силиконовые формы. Назначение процесса, материалы, области применения изготовленных изделий.
56. Основные этапы технологии литья в силиконовые формы. Стойкость силиконовых форм, используемые материалы изделий.
57. Использование традиционных технологий литья по выжигаемым и выплавляемым моделям совместно с технологиями быстрого прототипирования.
58. Центробежное литье в резиновые формы. Назначение процесса, материалы, области применения изготовленных изделий. Типы формовочной резины, их характеристики и назначение.
59. Основные этапы технологии центробежного литья в резиновые формы. Сопоставление с основными традиционными технологиями литья по основным показателям.
60. Гальванопластика SEF. Назначение процесса и его достоинства. Два основных направления использования выращенной оболочки.
61. Технология выращивания изделия методом гальванопластики SEF. Стойкость прессформ с формообразующими вставками, мероприятия по увеличению их стойкости.
62. Основные этапы технологии быстрого изготовления литых штампов. Достоинства материала литых штампов.

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	**Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Успешно сдан итоговый тест.** 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.
Не зачтено	**Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Не сдан итоговый тест.** 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.

Примеры тестовых заданий

1. Какова оптимальная толщина металлической оболочки, полученной методом электродугового напыления на поверхность RP-модели?

1. 1,0…3,0мм
2. 10…30мкм
3. 10…30мм

2. Стойкость силиконовых форм составляет:

1. неограниченное количество отливок из полиуретана
2. 150…200 отливок из полиуретана
3. около 100 отливок из полиуретана
4. 20…30 отливок из полиуретана

3. Укажите метод, который не относится к методам фотополимеризации:

1. синтез на подложке
2. отверждения проецированием
3. векторно-сканирующее отверждение
4. печать с фотохимическим отверждением

4. На какие две группы делятся методы листового ламинирования с позиции порядка реализации основных операций процесса?

1. «ламинирование-вырезка»; «вырезка-ламинирование»
2. «соединение-раскрой»; «раскрой-соединение»
3. «закрепление-форма»; «форма-закрепление»