Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 28.10.2023 14:37:07
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 факультета машиностроения
/Е.В. Сафонов/
«16» 11 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория и технология аддитивного производства изделий из порошковых материалов»

Направление подготовки
27.03.05 Инноватика

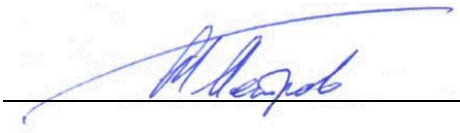
Профиль
«Аддитивные технологии»

Квалификация
бакалавр

Форма обучения
очная

Москва, 2023 г.

Разработчик:

к.т.н., доцент,
кафедра «ОМДиАТ»  /М.А. Петров/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «ОМДиАТ»,
к.т.н.  /Д.А. Гневашев/

Программа согласована с руководителем образовательной программы «Аддитивные технологии» по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика»

доц., к.т.н.  /П.А. Петров/

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 7
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 10
7. Фонд оценочных средств 14

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основной цели освоения дисциплины следует отнести:

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению и дисциплине.

К основным задачам освоения дисциплины следует отнести:

- формирование общеинженерных знаний и умений по данному направлению и дисциплине;
- изучение технологий создания сложных изделий из порошковых металлических и неметаллических материалов, рассмотрение структуры и свойств порошковых материалов, изучение математических моделей взаимодействия частиц порошка, подготовка управляющей программы для 3D-принтера (SLM/SLS), изучение аналитического и экспериментального оборудования для определения свойств порошковых материалов до и после 3D-печати, подготовка 3D-геометрии (CAD), с учётом результатов КЭ-моделирование (CAE) и пост-обработка прототипов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория и технология аддитивного производства изделий из порошковых материалов» относится к разделу «Часть, формируемая участниками образовательных отношений», шифр Б.1.2.07. Она связана со следующими дисциплинами ОП:

В обязательной части (Б.1):

- Реология и механика полимерных материалов (*Б.1.19*);
- Применение КЭ-программ для расчета прочности изделий (*Б.1.21*);

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б.1.2):

- Введение в технологии прототипирования и практику 3D-печати (*Б.1.2.03*);
- Оборудование для аддитивного производства, ремонт и техническое обслуживание (*Б.1.2.04*).

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Коды компетенций	Наименование компетенции	Индикатора достижения компетенции
ОПК-6	Способен обосновывать принятие технического решения при разработке инновационного проекта, выбирать технические средства и технологии, в	**ИОПК-6.1** Способен предлагать технические решения при создании инновационной и наукоёмкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности, а также экологической безопасности; **ИОПК-6.2** Выбирает технические средства и технологии при разработке инновационного проекта при создании наукоемкой продукции; **ИОПК-6.3** Способен принять техническое решение на основе комплексного исследования инновационного проекта или идеи, в том числе с применением

	том числе с учетом экологических последствий их применения	инструментов и методов теории решения изобретательских задач.
ПК-3	Способен к постановке на производство методами аддитивных технологий несложных изделий	**ИПК-3.1** Способен разрабатывать технологический процесс изготовления несложных изделий **ИПК-3.2** Способен подготавливать необходимую техническую и конструкторскую документацию для изготовления несложного изделия **ИПК-3.3** Знать порядок испытаний эксплуатационных свойств, исследований структуры несложных изделий **ИПК-3.4** Знать требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности в аддитивном производстве
ПК-4	Способен к контролю качества несложных изделий, изготовленных методами аддитивных технологий	**ИПК-4.1** Способен применять методики испытаний свойств несложных изделий, полученных методами аддитивного производства **ИПК-4.2** Знать основы методов математической статистики, применяемых в целях контроля качества **ИПК-4.3** Способен формулировать предложения по повышению качества несложных изделий аддитивного производства

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов). Изучается на 8 семестре обучения. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр 8
1	**Аудиторные занятия**	**36**	**36**
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**72**
	В том числе:		
2.1	Подготовка и защита лабораторных работ	10	10
2.2	Самостоятельное изучение	62	62
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		**экзамен**
	Итого:	**108**	**108**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Металлические и неметаллические порошковые материалы для 3D-печати. Классификация, структура, свойства, области применения.	9	3				6
2	Моделирование процесса печати порошковыми материалами	18	6				12
3	Оборудование для порошковых материалов. Принцип действия, разновидности	31	3				22
4	Создание 3D-моделей, исправление полигональной модели, подготовка управляющей программы.	33	3		14		20
5	Пост-обработка прототипа	17	3		4		12
Итого:		**108**	**18**		**18**		**72**

3.3 Содержание дисциплины

3.3.1 Занятия лекционного типа

Классификация методов получения трехмерных объектов из порошковых материалов. Промышленные технологии изготовления прототипов из порошковых материалов. Гибридные технологии обработки. Технологические параметры процесса.

Пост-обработка порошковых прототипов. Режимы термообработки. Модификация поверхности. Горячее изостатическое прессование (сжатие).

Внутренние напряжения в прототипе. Коробление фотополимерных прототипов. Принципы предотвращения и исправления коробления в прототипе. Внутренняя и наружная пористость. Область термического влияния.

Контроль качества порошковых материалов. Методы измерения размеров частиц. Методы разделения фракционного состава. Компьютерная томография. Электронные микроскопы. Рентгеновские дифрактометры. Механические испытания.

Основы термодинамики. Начала термодинамики. Свободная энергия Гиббса. Кристаллизация полимеров и металлов.

Материалы для SLS-технологий. Материалы для SLM/EBM/ DMLS-технологий. Материалы для BJ/MJ-технологий. Материалы для LENS/DED-технологий Маркировка. Физико-механические свойства материалов. Стандарты разработки порошковых материалов. Правила эксплуатации порошковых материалов материалов. Техника безопасности.

Примеры синтеза порошковых полимерных и металлических материалов. Процессы распыления расплавов.

Структура порошкового принтера. Источники излучения. Лазеры и сканаторы. Электронно-лучевая трубка. Фокусирующая оптика. Стратегии сканирования. Устройство подвижных узлов. Конструкции рамы. Системы контроля параметров процесса. Модульные конструкции.

Математическое моделирование. Математическая модель. Краевая задача. Методы численного моделирования. Разновидности конечных элементов.

Встроенные в CAD-программы Т-Флекс и Компас+АПМ FEM модули конечно-элементного (CAE) экспресс-анализа и топологической оптимизации.

3.3.2 Тематика лабораторных занятий

Перечень лабораторных работ

- Раздел 4. Проектирование и КЭ-расчёт в ПО Т-Флекс – 6 часа
- Раздел 4. Подготовка управляющей программы (gcode) для 3D-принтера, работающего с порошковыми материалами и печать прототипов – 2 часа
- Раздел 4. Проектирование и топологическая оптимизация в ПО Компас + АПМ FEM – 6 часа
- Раздел 5. Пост-обработки прототипов из порошковых материалов – 4 часа

3.3.3 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

нет

4.2 Основная литература

1. Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б., Мир станкостроения. Технологии аддитивного производства, пер. с англ. И.В. Шишковского, Издательство «Техносфера», Москва, 2016, с. 656.
2. Прасолов В.В., Наглядная топология, 4-ое издание, МЦНМО, 2015, с. 112.

4.3 Дополнительная литература

1. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н., Аддитивные технологии в машиностроении, уч. пособие, Издательство политехнического университета, Санкт-Петербург, 2013, с. 221.
2. Гладков Л. А., Курейчик В. В, Курейчик В. М., Биоинспирированные методы в оптимизации, Москва, Физматлит, 2009, с. 384.

4.4 Операционные системы, офисное программное обеспечение и интернет-ресурсы

Операционная система, Windows 7 (или ниже) - Microsoft Open License Лицензия № 61984214, 61984216,61984217, 61984219, 61984213, 61984218, 61984215

Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) - Microsoft Open License Лицензия № 61984042.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде представлены в таблице ниже.

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Электронно-библиотечные системы			
1	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2	ЭБС «ЛАНЬ». Коллекция «Инженерно-технические науки»	http://e.lanbook.com	Доступна в сети Интернет без ограничений
3	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
4	ЭБС «Университетская библиотека онлайн	www.biblioclub.ru	Доступна в сети Интернет без ограничений
5	ЭБС «ZNANIUM.COM»	www.znanium.com	Доступна в сети Интернет без ограничений
6	ЭБС «ЮРАЙТ»	www.biblio-online.ru	Доступна в сети Интернет без ограничений
7	«Библиотека. Электронные ресурсы»	http://lib.mospolytech.ru/lib/comntent/elektronnyy-katalog	Доступна в сети Интернет без ограничений
8	«Библиотека. Электронно-библиотечные системы»	http://lib.mospolytech.ru/lib/ebs	Доступна в сети Интернет без ограничений
Электронные энциклопедии			
9	Википедия (Wikipedia)	https://ru.wikipedia.org	Доступна в сети Интернет без ограничений
10	Большая российская энциклопедия	https://bigenc.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений

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
Теория и технология аддитивного производства изделий из порошковых материалов	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=9655

Разработанные ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы. Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам).

4.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Лицензионное программное обеспечение*			
1	ЗАО «Топ Системы» (бесплатная учебная версия программы Т-Флекс)	https://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2	АО «Аскон» (бесплатная учебная версия программы Компас)	https://kompas.ru/kompas-educational/about/	Доступна в сети Интернет без ограничений
3	Autodesk (бесплатная программ Meshmixer)	https://meshmixer.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений

**** Запрещается проводить расчёты в коммерческих целях на студенческих лицензиях!***

4.7 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1	БД полных текстов национальных стандартов (ГОСТ, СНиП, РД, РДС и др.) «Техэксперт»	http://www.kodeks.ru	Доступно с компьютеров университета
Профессиональные базы данных			
2	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступна в сети Интернет без ограничений

3	Реферативная наукометрическая электронная база данных «Elsevier»	http://www.sciencedirect.com	Доступна в сети Интернет с ограничениями

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий необходимы аудитории, оснащенные либо мультимедийными проекторами и экранами, либо электронными досками.

Специализированные аудитории кафедры «ОМДиАТ» (АВ2509, АВ2508) и межкафедральная лаборатория «САПР-ТП» (ав2514) оснащены компьютерным и проекционным оборудованием, современным специализированным программным обеспечением. Лаборатории кафедры «ОМДиАТ» (А-ОМД, АВ2102, АВ1707, АВ5001) оснащены заготовительным, штамповочным, аддитивным и испытательным оборудованием, лабораторной и экспериментальной оснасткой, контрольно-измерительными приборами, стендами и наглядными пособиями. Их применение позволяет вести полноценный учебный процесс, проводить практические занятия, а также заниматься с участием студентов исследованиями технологических свойств (штампуемость, сопротивление деформации) металлов, исследованием методов обработки давлением, опытно-конструкторскими работами, прививая обучающимся навыки самостоятельной научно-исследовательской деятельности и профессиональной деятельности. Данные о программном обеспечении, лабораторном оборудовании представлены в справке МТО. В ЛМС курсе даны ссылки на электронные ресурсы и прикреплены учебно-методические материалы в электронном виде.

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, тестирование;

– внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к семинарам.

Задачей самостоятельной работы студента являются:

- закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- формирование навыков использования справочной и специальной литературы для написания реферата и подготовки к аттестации (зачет/экзамен).

Изучение дисциплины должно сопровождаться самостоятельной работой студентов для усвоения лекционного материала и материала, полученного на лабораторных и практических занятиях.

Планирование самостоятельной работы должно включать регулярную работу с материалами, полученными на лекциях и практических занятиях; работу с литературными источниками, рекомендованными преподавателем и работу с научно-технической информацией по изучаемому предмету.

Организация самостоятельной работы включает место, время и эргономику рабочего места. Это позволяет создать комфортные условия для творческой работы.

Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п. 4.5). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

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

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. 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.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. В начале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

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

6.1.9. При подготовке к лекционным и лабораторным занятиям по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе лекции или лабораторной работе во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части лабораторного занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.10. Целесообразно в ходе защиты **лабораторных работ** задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

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.

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих: лекции, практические и лабораторные занятия, консультации, защита отчета, тестирование, аттестация (зачет/экзамен).

На первой лекции преподаватель должен ознакомить студентов с объемом изучаемого материала; с системой оценки полученных знаний; и с рейтинговой системой, которая формируется в соответствии с рабочей программой.

В процессе изучения разделов курса, преподаватель должен информировать студентов о литературе, которую целесообразно просмотреть для закрепления знаний по каждому из разделов. Чтение лекций должно сопровождаться показом слайдов и видео материалов.

Начиная со второй лекции, студенты выполняют контрольные работы по предыдущему материалу лекции. Одновременно, на второй лекции студенты получают тему курсовой работы и/или реферата.

Практические и лабораторные занятия направлены на изучение стандартов, технической документации, методов практического измерения физических величин технологического процесса и реализации оптимизации реального оборудования. Преподаватель дает задание оптимизировать один из параметров оборудования с учетом стандартов.

Основная цель практических работ заключается в развитии понимания возможности применения и взаимодействия методов решения задач естественно-научного, численного (виртуального или компьютерного) и практического уровней для получения оборудования с улучшенными показателями.

Аттестация (экзамен) проводится в форме диалога. Учитывается рейтинг студента. Рассматриваются результаты контрольных работ и обсуждается выполненная курсовая работа (реферат). Исходя из рейтинга студента, предлагаются тесты в компьютерной форме. По результатам собеседования студент получает или не получает зачет.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

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

1.2.3. 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.

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

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите.

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

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

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, лабораторные работы консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Прикладная теория пластичности» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

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

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

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной

деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

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

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

После каждого лекционного и лабораторного занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Изучение дисциплины завершается экзаменом. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий зачёт и экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

7. Фонд оценочных средств

Обучение по дисциплине направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций.

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-6. Способен обосновывать принятие технического решения при разработке инновационного проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения	**ИОПК-6.1** Способен предлагать технические решения при создании инновационной и наукоёмкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности, а также экологической безопасности; **ИОПК-6.2** Выбирает технические средства и технологии при разработке инновационного проекта при создании наукоемкой продукции; **ИОПК-6.3** Способен принять техническое решение на основе комплексного исследования инновационного проекта или

	идеи, в том числе с применением инструментов и методов теории решения изобретательских задач.
ПК-3. Способен к постановке на производство методами аддитивных технологий несложных изделий	**ИПК-3.1** Способен разрабатывать технологический процесс изготовления несложных изделий **ИПК-3.2** Способен подготавливать необходимую техническую и конструкторскую документацию для изготовления несложного изделия **ИПК-3.3** Знать порядок испытаний эксплуатационных свойств, исследований структуры несложных изделий **ИПК-3.4** Знать требования охраны труда, пожарной, промышленной, экологической и электробезопасности в аддитивном производстве
ПК-4. Способен к контролю качества несложных изделий, изготовленных методами аддитивных технологий	**ИПК-4.1** Способен применять методики испытаний свойств несложных изделий, полученных методами аддитивного производства **ИПК-4.2** Знать основы методов математической статистики, применяемых в целях контроля качества **ИПК-4.3** Способен формулировать предложения по повышению качества несложных изделий аддитивного производства

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости: контрольные вопросы по каждому разделу программы и/или компьютерное тестирование, составление итогового отчета по результатам лабораторных или семинарских занятий, посещаемость.

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос (З -Зачёт)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Комплект вопросов для аттестации студентов

2	Рефераты (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой изложение (для ЭССЕ краткое изложение) в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	Темы Реферата
3	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

Вводится балльно-рейтинговая система с расширяемым набором критериев оценки, согласно таблице ниже. Баллы (Б) высчитываются на основании простой пропорциональной зависимости. Например, балл за посещаемость высчитывается по уравнению ниже.

$$РБ = \frac{РП \times МБ}{100\%},$$

где РБ – реальный балл за посещаемость; РП – реальный процент посещаемости, %; МБ – максимальный балл по посещаемости.

Для баллов, выставляемым по критериям, объявляемыми преподавателем в начале или в течение обучения по дисциплине, могут изменяться значения. Также баллу может быть назначен весовой коэффициент, отражающий качество и полноту выполнения работы ($k_в$). Тогда общий балл за семестр определиться по уравнению ниже.

$$ОБ = \frac{РП \times МБ}{100\%} + \sum_{n=i}^{j} Б_n \times k_в, (i = 1, 2, ..., j),$$

где ОБ – общий балл за семестр.

В конце семестра производится подсчёт набранных баллов. Если студент набирает максимально-возможное количество баллов за семестр, то он освобождается от ответа на дополнительные вопросы на экзамене. Реализуется один из двух подходов: без учёта дробной части и с учётом дробной части. Оценка «отлично» ставится учащимся, которые набрали 5 баллов. Оценка «хорошо» и «удовлетворительно» ставится учащимся, набравших 4 и 3 балла соответственно. Оценка «неудовлетворительно» ставится учащемуся, если он набрал два и менее балла (таблица 3). Также может быть применён более точный подход с целью учёта дробной части, согласно которому для получения оценки «отлично» необходимо уложиться в 10%-ый интервал, расчитанный от макс. возможного балла за семестр, для получения оценки «хорошо» необходимо уложиться в 20%-ый интервал, для получения оценки «удовлетворительно» необходимо уложиться в 30%-ый интервал.

Таблица 1. Расширяемый список критериев оценки знаний студентов

№	Критерий оценки	Макс. кол-во баллов
1	Посещаемость (100%)	1
2	Сдан отчёт по курсу лабораторных работ	1,5
3	Сдана презентация по результатам работ	1,5
4	Студент/-ка выполнили проектирование и печать собственного прототипа	1
5	Активная работа по пост-обработке прототипов и сборками	0,5
6	Студент/-ка вошел в соавторы статьи	2

Подгруппа	Номер сборки	Позиции сборки	№ п/п	Отчет		ФИО	14.фев	21.фев	28.фев	06.мар	13.мар	20.мар	27.мар	03.апр	11.апр	11.апр	18.апр	18.апр
1	13_40	3	1	сборка	+	Вацуро Андрей	н	+	+	+	+	+	+	+	н	н	+	+
1	2_7	9, 4	2	свои модели	+	Винников Сергей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1	13_40	3	3	сборка	+	Добросмыслов Валентин	н	+	+	+	+	н	н	+	н	н	н	н
1			4	сборка	+	Жариков Александр	+	+	+	+	+	н	+	н	+	+	н	н
1	2_7	1	5	сборка	+	Гладышева Кристина	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	13_40	6, 9, 8, 7, 13, 14,	6	свои модели	+	Камшилин Дмитрий	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	2_7	14	7	сборка	+	Кли'нов Михаил	н	+	н	+	+	+	+	+	н	н	+	+
2	13_40	3	8	сборка	+	Мельников Дмитрий	н	+	+	н	+	н	н	+	н	н	+	+
2	2_7	8, 3	9	сборка	+	Митин Егор	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2			10	сборка	+	Муса'ров Валерий	н	н	н	+	н	н	н	н	н	н	н	н
3	2_7	1	11	свои детали	+	Осипов Артур	н	н	н	н	+	н	+	+	н	н	+	+
3	2_7	3	12	сборки	+	Прис Александр	+	+	н	+	+	+	+	+	н	н	+	+
3	2_7	6, 10	13	свои детали	+	Савинков Дмитрий	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	13_40	12, 19	14	сборка	+	Самарьянов Денис	н	н	+	н	+	н	н	н	н	н	н	н
3	2_7	8	15	свои детали	+	Силенский Михаил	н	+	+	+	+	+	+	+	н	н	+	+
4	2_7/13_40	5,7,11,12,13/8,	16	сборка	+	Смирнов Владислав	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	2_7/13_40	9, 4/4	17	сборка	+	Федотов Илья	+	+	н	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	13_40	7,8	18	сборка	+	Чирков Дмитрий	н	+	+	н	н	н	н	н	н	н	+	+
4	2_7	2	19	сборка	+	Журавлев Владислав	н	+	+	+	н	+	+	+	н	н	+	+
							ФЕВРАЛЬ			МАРТ					АПРЕЛЬ			

а) контроль посещаемости (начало)

Занятия												Количество пропусков	Посещаемость, %
25.апр	25.апр	02.май	02.май	09.май	09.май	16.май	16.май	23.май	23.май	30.май	30.май		
+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	3	86
+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	0	100
+	+	+	+			н	н	+	+	+	+	9	59
+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	4	82
+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	0	100
+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	0	100
+	+	+	+			н	н	+	+	+	+	6	73
+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	6	73
+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	0	100
н	н	н	н			н	н	н	н	н	н	21	5
+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	7	68
+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	3	86
+	+	+	+			+	+	+	+	н	н	2	91
+	+	+	+			+	+	н	н	+	+	12	45
+	+	+	+			+	+	н	н	+	+	5	77
+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	0	100
+	+	+	+			н	н	+	+	+	+	3	86
+	+	н	н			+	+	н	н	н	н	14	36
+	+	+	+			н	н	+	+	+	+	6	73
		МАЙ											

ПРАЗДНИЧНЫЙ ДЕНЬ

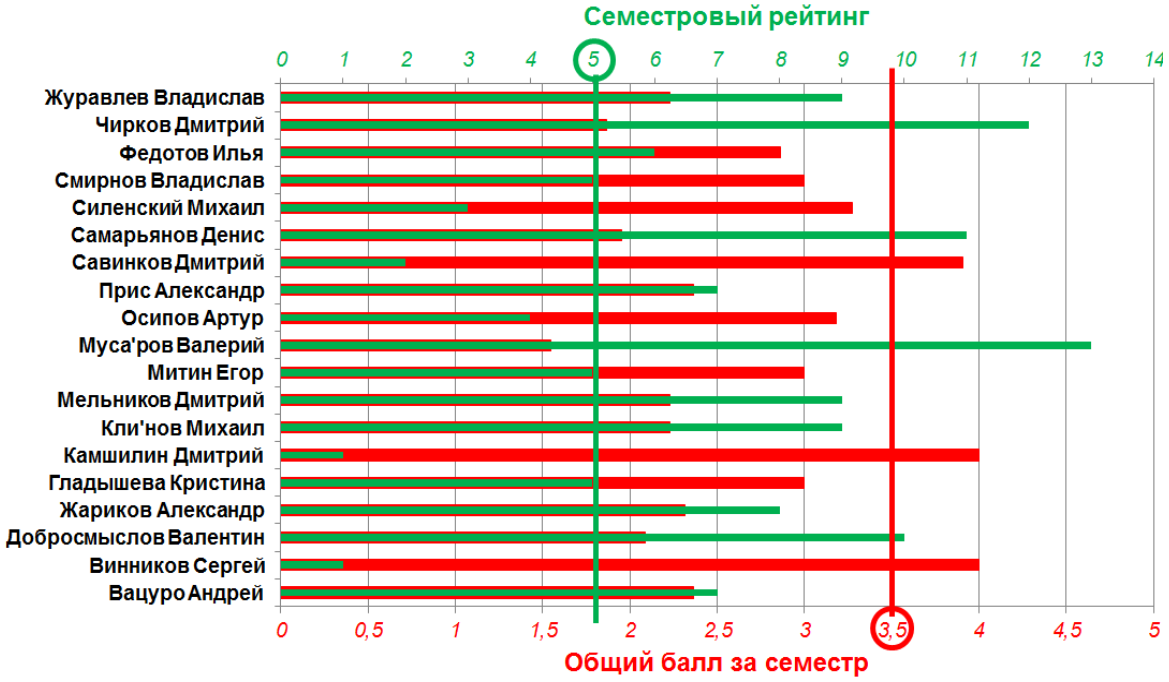
б) контроль посещаемости (продолжение)

ФИО	Количество пропусков	Посещаемость	Балл за посещаемость	Собственный прототип	Отчек по лабораторным работам	Презентация по результатам работ	Соавтор статьи
Вацуро Андрей	3	86	0,86	0	1,5	0	0
Винников Сергей	0	100	1,00	1	1,5	0	0
Добросмыслов Валентин	9	59	0,59	0	1,5	0	0
Жариков Александр	4	82	0,82	0	1,5	0	0
Гладышева Кристина	0	100	1,00	0	1,5	0	0
Камшилин Дмитрий	0	100	1,00	1	1,5	0	0
Кли'нов Михаил	6	73	0,73	0	1,5	0	0
Мельников Дмитрий	6	73	0,73	0	1,5	0	0
Митин Егор	0	100	1,00	0	1,5	0	0
Муса'ров Валерий	21	5	0,05	0	1,5	0	0
Осипов Артур	7	68	0,68	1	1,5	0	0
Прис Александр	3	86	0,86	0	1,5	0	0
Савинков Дмитрий	2	91	0,91	1	1,5	0	0
Самарьянов Денис	12	45	0,45	0	1,5	0	0
Силенский Михаил	5	77	0,77	1	1,5	0	0
Смирнов Владислав	0	100	1,00	0	1,5	0	0
Федотов Илья	3	86	0,86	0	1,5	0	0
Чирков Дмитрий	14	36	0,36	0	1,5	0	0
Журавлев Владислав	6	73	0,73	0	1,5	0	0

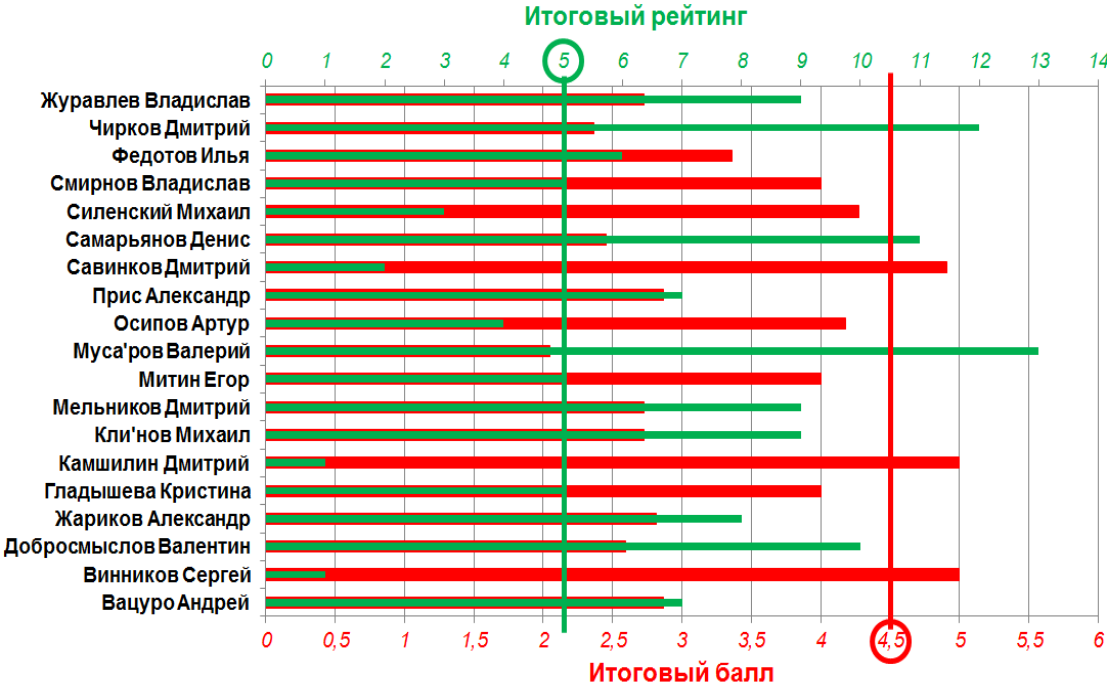
в) таблица подсчета баллов и определения рейтинга (начало)

Пост-обработка прототипов и сборка	Общий балл за семестр	Семестровый рейтинг	Экзамен, макс. 1		Итоговый балл	Итоговый рейтинг	Комментарии	Оценка
			вопрос №1, макс. 0,5	вопрос №2 (детали), макс. 0,5				
0	2,36	7	0,00	0,50	2,86	7		хорошо
0,5	4,00	1	0,50	0,50	5,00	1		отлично
0	2,09	10	0,00	0,50	2,59	10	отв. на доп. вопросы	хорошо
0	2,32	8	0,00	0,50	2,82	8	отв. на доп. вопросы	отлично
0,5	3,00	5	0,50	0,50	4,00	5		отлично
0,5	4,00	1	0,50	0,50	5,00	1		отлично
0	2,23	9	0,00	0,50	2,73	9	отв. на доп. вопросы	отлично
0	2,23	9	0,00	0,50	2,73	9		хорошо
0,5	3,00	5	0,50	0,50	4,00	5		отлично
0	1,55	13	0,00	0,50	2,05	13	отв. на доп. вопросы	хорошо
0	3,18	4	0,50	0,50	4,18	4		отлично
0	2,36	7	0,00	0,50	2,86	7		хорошо
0,5	3,91	2	0,50	0,50	4,91	2		отлично
0	1,95	11	0,00	0,50	2,45	11	отв. на доп. вопросы	хорошо
0	3,27	3	0,50	0,50	4,27	3		отлично
0,5	3,00	5	0,50	0,50	4,00	5		отлично
0,5	2,86	6	0,00	0,50	3,36	6	отв. на доп. вопросы	отлично
0	1,86	12	0,00	0,50	2,36	12	отв. на доп. вопросы	хорошо
0	2,23	9	0,00	0,50	2,73	9		хорошо

г) таблица подсчета баллов и определения рейтинга (продолжение)



д) контроль успеваемости (за семестр)



г) контроль успеваемости (итоговый)

На усмотрение преподавателя и по результатам ответов на экзаменационные вопросы балл обучающегося может быть повышен, но не более, чем на 0,1 единицу!

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой по (выполнил и защитил лабораторные работы). Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии. До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Таблица 2. Оценочная шкала (зачёт)

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено $(ОБ_{max} \leq ОБ \leq 0{,}7 \times ОБ_{max})$	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено $(ОБ < 0{,}7 \times ОБ_{max})$	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой. 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.

Таблица 3. Оценочная шкала (экзамен)

Оценка (без учёта дробной части)	**Оценка (с учётом дробной части)**	**Описание**
Отлично *(4 ≤ РБ ≤ 5)*	*Отлично* *($ОБ_{max} \leq ОБ \leq 0{,}9 \times ОБ_{max}$)*	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой, таблица 2. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблице 1. Могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо *(3 ≤ РБ < 4)*	*Хорошо* *($0{,}8 \times ОБ_{max} \leq ОБ < 0{,}9 \times ОБ_{max}$)*	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, таблица 2. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний, таблица 1, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.
Удовлетворительно *(2 ≤ РБ < 3)*	*Удовлетворительно* *($0{,}7 \times ОБ_{max} \leq ОБ < 0{,}8 \times ОБ_{max}$)*	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, таблица 2. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, таблица 1, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно *(общий балл < 2)*	*Неудовлетворительно* *($ОБ < 0{,}7 \times ОБ_{max}$)*	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины, таблица 2. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, приведенным в таблице 1, допускаются значительные ошибки, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.