Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 14.08.2025 15:23:21
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_____ 2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы математического моделирования технологических процессов

Направление подготовки
15.03.01 Машиностроение

Профиль
Оборудование и технологии сварочного производства

Квалификация
бакалавриат

Форма обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Доцент кафедры «ОМДиАТ» к.т.н.  /А.Г. Матвеев/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «ОМДиАТ»,
к.т.н  / А.Г. Матвеев /

Руководитель образовательной программы,
доцент, к.т.н.  /Л.П. Андреева/

Содержание

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 8
6. Методические рекомендации 8
7. Фонд оценочных средств 10

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целями освоения дисциплины «Основы математического моделирования технологических процессов» является:

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению;
- формирование общеинженерных знаний и умений по данному направлению;
- изучение современных подходов к решению инженерных задач в обработке давлением.

К основным задачам освоения дисциплины «Основы математического моделирования технологических процессов» относиться:

- изучение теоретических основ автоматизированного проектирования, основ математического моделирования; приобретение практических навыков работы с системами автоматизированного проектирования;
- получение навыков работы в современных программных комплексах.

Следует отметить, что изучение курса «Основы математического моделирования технологических процессов» способствует расширению научного кругозора и дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых сформируется четкое представление о современных подходах к решению технологических задач в обработке давлением.

Обучение по дисциплине «Основы математического моделирования технологических процессов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;	ИОПК - 4.1. Применяет средства информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности ИОПК - 4.2. Демонстрирует навыки использования средств информационных, компьютерных и сетевых технологий, прикладное программное обеспечение при решении задач профессиональной деятельности

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части (Б1.15), формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)» Обязательной части.

Дисциплина «Основы математического моделирования технологических процессов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

1. Дисциплины блока «Высшая математика»
2. Основы программирования и алгоритмизации;
3. Инженерная графическая информация;
4. Теория машин и механизмов
5. Основы проектирования деталей и узлов машин
6. Введение в профессию.

7. Технологический инжиниринг процессов обработки давлением с применением CAE- программ

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3,0 зачетные единицы (108 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

Шифр	Период контроля	Нагрузка	Количество	Единица измерения	ЗЕТ
Б.1.15	Шестой семестр	Зачет		Часы	
Б.1.15	Шестой семестр	Лекции	18,00	Часы	0,50
Б.1.15	Шестой семестр	Лабораторные работы	18,00	Часы	0,50
Б.1.15	Шестой семестр	СРС	72,00	Часы	2,00

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.2. Очная форма обучения.

	Разделы/темы дисциплины	**Трудоемкость, час**					
		Всего	**Аудиторная работа**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Тема 1. Введение. Системы автоматизированного проектирования.	12	2				10
2	Тема 2. Классификация математических моделей, используемых при автоматизированном проектировании.	12	2		2		8
3	Тема 3. Структура программного обеспечения САПР. Банки данных. Структура лингвистического обеспечения САПР: языки для описания объекта проектирования. общемашиностроительных компонентов	24	4		4		16
4	Тема 4. Математическое моделирование в ОиТСП. Краевая задача ОиТСП. Классификация	28	4		4		20

	численных методов решения задач упругопластичности и теплопроводности. Метод конечных разностей.						
5	Тема 5. Метод конечных элементов. Метод граничных элементов. Метод баланса мощности.	16	2		4		10
6	Тема 6. Обзор современных систем для моделирования технологических процессов. Системы CAM: T-FLEX/Раскрой, T-FLEX/Технология, Компас-ЧПУ, SolidWorks-Технология, CAMWorks, VX VISION, CATIA, Unigraphics. Системы CAE: T-FLEX/Анализ, T-FLEX/Динамика, CosmosWorks, QFORM, DEFORM, FORGE, AutoForm, PAM-Stamp, ABAQUS, ANSYS, MSC, FlowVision. Системы CAI: Autodesk, Новатор, GoldFire.	22	4		4		8
		108	**18**		**18**		**72**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение Основные принципы построения САПР. Структура САПР. Виды обеспечения САПР: техническое, математическое, программное, информационное, лингвистическое, методическое, организационное. Структура математического обеспечения САПР.

Тема 2. Классификация математических моделей, используемых при автоматизированном проектировании.

Тема 3. Структура программного обеспечения САПР. Банки данных. Структура лингвистического обеспечения САПР: языки для описания объекта проектирования.

Тема 4. Математическое моделирование в ОиТСП. Краевая задача ОиТСП. Классификация численных методов решения задач упругопластичности и теплопроводности. Метод конечных разностей

Тема 5. Метод конечных элементов. Метод граничных элементов. Метод баланса мощности.

Тема 6. Обзор современных систем для моделирования технологических процессов. Системы CAM: T-FLEX/Раскрой, T-FLEX/Технология, Компас-ЧПУ, SolidWorks-Технология, CAMWorks, VX VISION, CATIA, Unigraphics. Системы CAE: T-FLEX/Анализ, T-FLEX/Динамика, CosmosWorks, QFORM, DEFORM, FORGE, AutoForm, PAM-Stamp, ABAQUS, ANSYS, MSC, FlowVision. Системы CAI: Autodesk, Новатор, GoldFire.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Данной дисциплиной практические занятия не предусмотрены.

3.4.2. Лабораторные занятия

1. Проектирование твердотельных моделей деталей в программном продукте T-FLEX
2. Проектирование твердотельных моделей штамповой оснастки в программном продукте T-FLEX
3. Задача граничных условий в программном комплексе QFORM
4. Моделирование технологического процесса

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

ГОСТ Р 57188-2016 ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

ГОСТ 23501.108-88 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ. КЛАССИИФИКАЦИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

4.2 Основная литература

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006

2. Расчет и проектирование процессов объемной и листовой штамповки: учеб. пособие для вузов/ Субич В.Н., Шестаков Н.А., Демин В.А. и др. М.: МГИУ, 2007. Гриф УМО

4.3 Дополнительная литература

1. А.Н. Божко Компьютерная графика./ Д.М. Жук, В.Б. Маничев МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007

4.4 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 математического моделирования технологических процессов	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=12950

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Программное обеспечение включает учебно-методические материалы в электронном виде, лицензионное программное обеспечение для CAD-моделирования:

- программное обеспечение: система T-FLEX CAD (учебная версия);

- QForm 5.1 (бессрочная) договор №220312 от 22.03.2012, лицензия №R0-U1552-131112U051 ключ U1671);

- QForm версия 8.2.4. контракт №184_75.44.АЭФ/19, лицензия № R0-U1788-220719U199;

- ABAQUS (учебная версия).

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

https://tflex.ru/

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте Мосполитеха в разделе:

- «Библиотека. Электронные ресурсы»
http://lib.mospolytech.ru/lib/content/elektronnyy-katalog
- «Библиотека. Электронно-библиотечные системы»
http://lib.mospolytech.ru/lib/ebs
- ЭБС «ЛАНЬ». Коллекция «Инженерно-технические науки» (http://e.lanbook.com);
- БД полных текстов национальных стандартов (ГОСТ, СНиП, РД, РДС и др.) «Техэксперт» (http://www.kodeks.ru);
- научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (http://elibrary.ru);
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн (www.biblioclub.ru);
- ЭБС «ZNANIUM.COM» (www.znanium.com);
- ЭБС «ЮРАЙТ» (www.biblio-online.ru).

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитории и лаборатории кафедры «ОиТСП» АВ2503, АВ2505, а также лаборатория САПР ТП АВ2514. Аудитории оснащены, компьютерной и проекционной техникой.

Оборудование и аппаратура:

Персональные компьютеры с установленным ПО

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Методика преподавания дисциплины «Основы математического моделирования технологических процессов» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться практической работой. Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и лабораторных работ.

При проведении занятий по дисциплине применяется система СДО. На платформе СДО по дисциплине могут быть размещены учебные, методические и иные материалы способствующие освоению дисциплины студентом.

При проведении занятий также могут быть реализованы такие формы как вебинары (на платформе ZOOM, Webinar, ТОЛК), онлайн тестирование, промежуточная аттестация с применением электронных средств.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов аддитивного производства, 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 дифференцированному зачету или экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- выполнение заданий по решению типичных задач и упражнений;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;

7. Фонд оценочных средств

7.1 Оценочные средства

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- Выполнение и защита лабораторных работ
- Зачет.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и ТЕСТИРОВАНИЕ.

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице

№ ОС	Виды работы	Форма отчетности и текущего контроля
1	Лабораторные занятия	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения расчетов и способность делать выводы по результатам
2	ТЕСТ	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий

		собой краткий опрос полученных результатов изученного материала по дисциплине. Тест проходит в системе ЛМС, состоит из 20 вопросов.

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

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета 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», «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Основы математического моделирования технологических процессов».

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Перечень вопросов

Контрольные вопросы к зачету

1. Основные этапы развития САПР.
2. Классификация САПР систем.
3. Определение каждой из систем: CAD/CAM/CAE/CAI/CARE и их принципиальные отличия друг от друга.
4. Уровни и аспекты САПР системы.
5. Виды обеспечения САПР.
6. Структура математического обеспечения САПР.
7. Классификация математического обеспечения САПР.
8. Структура программного обеспечения САПР.
9. Структура информационного обеспечения САПР.
10. Банки и базы данных.
11. Краевая задача ОИТСП.
12. Классификация численных методов решения задач в ОИТСП.
13. Суть метода конечных разностей.
14. Суть метода конечных элементов.
15. Суть метода граничных элементов.
16. Сравнительный анализ систем T-FLEX CAD и КОМПАС.
17. Сравнительный анализ систем T-FLEX CAD и SolidWorks.
18. Сравнительный анализ систем QFORM и DEFORM.
19. Сравнительный анализ систем QFORM и FORGE.
20. Сравнительный анализ систем QFORM
21. Сравнительный анализ систем AutoForm и PAM-Stamp.
22. Сравнительный анализ систем AutoForm и ABAQUS.
23. Сравнительный анализ систем Новатор и GoldFire.

Примерный перечень тем реферата

24. Обзор российских систем автоматизированного проектирования предназначенных для расчета статической прочности конструкций.
25. Обзор российских САПР для проектирования мебели.
26. Обзор САПР для моделирования (расчета) технологических процессов листовой штамповки.
27. Обзор САПР для моделирования (расчета) технологических процессов объемной штамповки.
28. Обзор САПР для моделирования (расчета) технологического процесса раскатки колец.
29. Обзор российских САПР для подготовки программы для станков с ЧПУ.
30. Метод конечных элементов в задачах о расчете статической прочности (ПК-2).
31. Обзор САПР для моделирования (расчета) технологического процесса прокатки
32. Обзор САПР для подготовки конструкторско-технологической документации
33. Система FlowVision – моделирование обтекания машиностроительных конструкций потоками воздуха
34. Система SolidWorks Simulation (CosmosWorks) – расчет прочности методом конечных элементов.
35. Проектирование автомобильных шин с применением САПР Simulia/Abaqus.
36. Применение САПР Simulia/Abaqus для моделирования процесса формообразования листового материала методом обтяжки
37. Применение САПР QFORM для моделирования процесса вальцовки
38. Применение САПР QFORM для моделирования процесса ковки

39. Применение САПР Autoform в автомобильной промышленности
40. Применение САПР T-FLEX (Autodesk Inventor) для расчета прочности металлических конструкций.
41. Применение САПР АРМ WinMachine для расчета прочности металлических конструкций.
42. Применение САПР ANSYS для расчета прочности металлических конструкций.
43. Программный комплекс DEFORM – функциональные возможности.
44. Программный комплекс QFORM – функциональные возможности.
45. Программный комплекс FORGE – функциональные возможности.
46. Программный комплекс Simufact.Forming – функциональные возможности.
47. Программный комплекс Autoform – функциональные возможности.
48. Применение комплекса Simufact.Forming для моделирования процессов листовой штамповки.
49. Программный комплекс SuperForge – функциональные возможности.
50. САПР Вертикаль – автоматизация проектирования технологических процессов.
51. Сравнительная оценка программного комплекса DEFORM и QFORM
52. Сравнительная оценка программного комплекса T-FLEX Анализ и SolidWorks Simulation (CosmosWorks).
53. Сравнительная оценка программного комплекса T-FLEX Анализ и ANSYS